



# Chancen- und Risikomanagement bei ausgewählten Infrastrukturprojekten

## Diplomarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades Diplom-Ingenieur

Im Rahmen des Studiums Kulturtechnik und Wasserwirtschaft

An der Universität für Bodenkultur Wien

Eingereicht von

Bakk.techn. **Michael Arminger**

Eingereicht bei

O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. MSc. Ph.D. Dr.phil. Dr.techn. **Konrad Bergmeister**

Institut für konstruktiven Ingenieurbau

Department für Bautechnik und Naturgefahren

Wien, im Februar 2014

Michael Arminger



## Vielen Dank

Ich möchte mich bei den Herren Konrad Bergmeister (Gesamtbetreuung), Peter Teuscher (Lötschberg Basistunnel), Rupert Lieb und Mathias Langer (Gotthard Basistunnel) sowie Andreas Schweiger und Martin Gradnitzer (Neue Unterinntalbahn) herzlich bedanken: für die zur Verfügung gestellten Projektunterlagen, aber vor allem für die wertvolle Zeit, die sie mir für Diskussionen, Ratschläge und Kritik gegeben haben.

Der Universität für Bodenkultur, meinen Studienkollegen, meinen Freunden und meiner Familie danke ich besonders dafür, dass sie mir eine sehr interessante und angenehme Studienzeit ermöglicht haben. Stünde ich nicht vor dem Abschluss, sondern am Beginn, würde ich mir die gemeinsamen Erlebnisse in der gleichen Form erhoffen.

## Kurzfassung

Infrastrukturprojekte stehen im Spannungsfeld ihrer natürlichen und menschlichen Umwelt. Der nur punktuell erkundete Baugrund, die Vielzahl unterschiedlicher Beteiligter (Planer, Unternehmer, Anrainer, Gesellschaft, Politik, etc.) und lange Projektdauern von oft mehreren Jahrzehnten sind einige maßgebende Einflussfaktoren. Aufgrund der Einmaligkeit und Komplexität von Infrastrukturprojekten liegt es in der Natur der Sache, dass in der Zukunft liegende Projektabläufe nicht exakt vorhergesagt werden können. Mögliche positive beziehungsweise negative Abweichungen vom planmäßigen Verlauf werden als Chancen und Risiken bezeichnet.

Es ist das Ziel des Chancen- und Risikomanagements, potentielle Planabweichungen frühzeitig zu erkennen und zu beurteilen. Mithilfe aktiver Maßnahmen können Gefahren vermieden und projektoptimierende Möglichkeiten genutzt werden.

Für den systematischen Umgang mit Chancen und Risiken stehen einschlägige Normenwerke zur Verfügung. Diese branchenunabhängigen Erläuterungen beschränken sich aber auf die Beschreibung von allgemeinen Grundsätzen und Begriffsdefinitionen. Daraus muss der Chancen- und Risikomanagementprozess in jedem Einzelprojekt individuell entwickelt und an die spezifischen Rahmenbedingungen angepasst werden.

Basierend auf der kritischen Betrachtung der theoretischen Grundlagen analysiert die vorliegende Arbeit, wie der Chancen- und Risikomanagementprozess in drei international bedeutenden Infrastrukturprojekten tatsächlich umgesetzt wird. Die Stärken und Schwächen der verschiedenen Anwendungen in der Praxis werden dargestellt. Ziel ist die Überprüfung der allgemeinen Methoden und Instrumente auf ihre Einsatztauglichkeit im Infrastrukturbau.

Die theoretischen und praktischen Erkenntnisse lassen auf erfolgsentscheidende Elemente des Chancen- und Risikomanagements schließen. Die Arbeit fasst zusammen, welche Grundsätze, Prozesse und Methoden für eine effiziente Umsetzung in Infrastrukturprojekten maßgebend sind.

## Abstract

Infrastructural projects are always in the sphere of influence of their natural and human environment. The partially explored building ground, the high diversity of participants (designers, building companies, local residents, society, politics, etc.) and project durations of several decades are some of the decisive factors of influence. The uniqueness and complexity of infrastructural projects preclude an accurate forecast of the future project workflow. Potentially positive or negative deviations from the scheduled progress are named opportunities and risks.

The objective of opportunity and risk management is to identify and evaluate these plan deviations at an early stage. Through active measures hazards can be avoided and opportunities can be exploited.

The methodical handling of risks and opportunities is defined in pertinent standards. As these papers are limited to the description of general principles and terminology, each project has to develop its individual opportunity and risk management process. The specific project framework must be taken into account.

This diploma thesis analyses the theoretical background and, in particular, the practical implementation of the opportunity and risk management process of three major international infrastructural projects. It illustrates the strengths and weaknesses of their realizations and checks the suitability of the applied techniques and tools for the construction industry.

The theoretical and practical findings indicate the decisive success factors of opportunity and risk management. The diploma thesis outlines, which fundamentals, processes and tools are essential for an efficient implementation in infrastructural projects.

# Inhalt

Teil A	Einleitung .....	8
A.1	Veranlassung .....	8
A.1.1	Problemstellung .....	8
A.1.2	Ziele der Arbeit .....	9
A.2	Methodik und Struktur .....	10
A.2.1	Grundlagen der Arbeit .....	10
A.2.2	Aufbau der Arbeit.....	11
Teil B	Einführung in das Chancen- und Risikomanagement .....	12
B.1	Systemabgrenzung und Begriffsdefinitionen .....	12
B.1.1	Risiken, Chancen und Gefahren .....	12
B.1.2	Projektmanagement, Chancen- und Risikomanagement: Eine Gesamtanalyse .....	15
B.1.3	Chancen- und Risikomanagement im Infrastrukturbau.....	24
B.2	Der Chancen- und Risiko-Managementprozess .....	28
B.2.1	Chancen- und Risikostrategie .....	29
B.2.2	Chancen- und Risikoidentifikation .....	30
B.2.3	Chancen- und Risikobeurteilung .....	36
B.2.4	Chancen- und Risikooptimierung .....	46
B.2.5	Chancen- und Risikoüberwachung, Nachbetrachtung und Kommunikation .....	54
B.2.6	Zusammenfassung der wichtigsten Inhalte .....	57
Teil C	Infrastrukturprojekte aus der Praxis.....	59
C.1	Ziele und Aufbau des Praxisteiles .....	59
C.2	Projekt Lötischberg Basistunnel .....	62
C.2.1	Allgemeine Projektinformation.....	62
C.2.2	Chancen- und Risikomanagement: Rahmenbedingungen und Strategie .....	66
C.2.3	Chancen- und Risikoidentifikation .....	70
C.2.4	Chancen- und Risikobeurteilung .....	73
C.2.5	Chancen- und Risikooptimierung .....	76
C.2.6	Überwachung und Nachbetrachtung.....	80
C.3	Projekt Neue Unterinntalbahn .....	82
C.3.1	Allgemeine Projektinformation.....	82
C.3.2	Chancen- und Risikomanagement: Rahmenbedingungen und Strategie .....	86
C.3.3	Chancen- und Risikoidentifikation .....	88
C.3.4	Chancen- und Risikobeurteilung .....	90
C.3.5	Chancen- und Risikooptimierung .....	92

C.3.6	Überwachung und Nachbetrachtung .....	93
C.4	Projekt Gotthard Basistunnel .....	95
C.4.1	Allgemeine Projektinformation .....	95
C.4.2	Chancen- und Risikomanagement: Rahmenbedingungen und Strategie .....	101
C.4.3	Chancen- und Risikoidentifikation .....	103
C.4.4	Chancen- und Risikobeurteilung .....	105
C.4.5	Chancen- und Risikooptimierung .....	108
C.4.6	Überwachung und Nachbetrachtung .....	110
C.5	Zusammenfassung der wesentlichen Elemente .....	112
Teil D	Am Weg zur „Best Practice“ – Theoretische und praktische Erkenntnisse.....	114
D.1	Erkenntnisse aus den Untersuchungen .....	114
D.1.1	Wertneutrale versus wertende Risiko-Begriffsdefinition .....	114
D.1.2	Das Management von Chancen .....	115
D.1.3	Strategie und Ziele im Chancen- und Risikomanagementprozess .....	116
D.1.4	Methoden der Risikoanalyse .....	118
D.1.5	Das „Herzstück“: Planung und Umsetzung von Maßnahmen .....	119
D.1.6	Aktualisierung: „Warum, wie oft?“ .....	119
D.1.7	Management als Gesamtsystem .....	120
D.2	Vorschläge für ein effizientes Chancen- und Risikomanagement .....	122
Anhang	.....	124
Anhang 1:	PQM-Schwerpunkte im Projekt Lötschberg Basistunnel .....	124
Anhang 2:	Der Chancen- und Risikomanagementprozess in der Literatur.....	125
Anhang 3:	Fachbegriffe in englischer Übersetzung .....	129
Abbildungsverzeichnis	.....	130
Tabellenverzeichnis	.....	132
Literaturverzeichnis – Normen und Richtlinien	.....	133
Literaturverzeichnis – Fachliteratur	.....	135

## Abkürzungen

Abb.	Abbildung
AG	Arbeitgeber
AN	Arbeitnehmer
ATG	AlpTransit Gotthard AG
BAV	Bundesamt für Verkehr
BEG	Brenner Eisenbahn GmbH
BBT	Brenner Basistunnel
BLS AG	BLS Lötschbergbahn AG
BMVIT	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
DAS	Dienststelle für Arbeitnehmerschutz
GBT	Gotthard Basistunnel
Kap.	Kapitel
LBT	Lötschberg Basistunnel
MME	Mutmaßliche Endkosten
NCW	NEAT-Controlling-Weisung
NEAT	Neue Eisenbahn-Alpentransversale
OBL	Oberbauleitung
OHB	Organisationshandbuch
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen
öBL	Örtliche Bauleitung
ÖGG	Österreichische Gesellschaft für Geomechanik
ÖNR	Regeln des Österreichischen Normungsinstitutes
PI	Projektingenieure
PQM	Projektbezogenes Qualitätsmanagement
PSP	Projektstrukturplan
RIAAT	Risk Administration and Analysis Tool
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SCHIG	Schieneninfrastruktur-Dienstleistungsgesellschaft mbH
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SIKO	Sicherheitskommission
SUVA	Schweizerische Unfall-Versicherungsanstalt
Tab.	Tabelle
TBM	Tunnelbohrmaschine
TEN	Transeuropäisches Netzwerk
Un Bt.	Unternehmer Bahntechnik
UVEK	Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
vgl.	vergleiche

## Teil A Einleitung

### A.1 Veranlassung

#### A.1.1 Problemstellung

Große öffentliche Infrastrukturprojekte stehen im Einflussbereich unterschiedlicher Faktoren. Sie werden in einem Naturraum errichtet, der durch seine Beschaffenheit (Geologie, Hydrologie, Morphologie, etc.) die Rahmenbedingungen für das Projekt vorgibt. Umgekehrt hat jedes Infrastrukturprojekt im Bau und im Betrieb verschiedene Effekte auf seine natürliche Umwelt.

Darüber hinaus steht ein Infrastrukturprojekt mit seiner menschlichen Umwelt in Wechselwirkung. Es wird durch die Zusammenarbeit einer Vielzahl unterschiedlicher Personen umgesetzt, die durch ihre Fähigkeiten und ihre gegenseitige Kommunikation den Projektverlauf mitbestimmen. Das Projekt hat technische und wirtschaftliche Anforderungen zu erfüllen und Auswirkungen auf Anrainer und Gesellschaft. In den meisten Fällen wird es durch öffentliche Geldmittel finanziert. Insgesamt kann ein Infrastrukturprojekt aus diesen Gesichtspunkten als komplexes System bezeichnet werden, dessen Abwicklung eine vielfältige und herausfordernde Aufgabe darstellt.

Oberste Prämisse ist es, die definierte Projektleistung in der geforderten Qualität und im vereinbarten Kosten- und Zeitrahmen herzustellen. Es ist Aufgabe des Projektmanagements, die Erreichung dieser Ziele durch geeignete Instrumente der Planung, Umsetzung und Kontrolle sicherzustellen. Aufgrund der Komplexität liegt es aber in der Natur der Sache, dass in der Zukunft liegende Projektabläufe nicht exakt vorhergesagt werden können. Chancen und Risiken, das heißt mögliche (positive oder negative) Abweichungen vom planmäßigen Projektverlauf, resultieren ursächlich aus der Unsicherheit zukünftiger Ereignisse.

Der Nutzen des Chancen- und Risikomanagements liegt darin, potentielle Planabweichungen frühzeitig zu erkennen und zu bewerten, um mit geeigneten Maßnahmen den Weg zur Erreichung der Projektziele aktiv zu steuern. Die in den letzten Jahren umfangreich erschienene Literatur zum Thema lässt auf die wachsende Bedeutung des Chancen- und Risikomanagements schließen. Sowohl Fachliteratur als auch Regelwerke beschränken sich aber häufig auf allgemeine, branchen-unabhängige Erläuterungen, etwa auf die Festlegung von Grundsätzen und Begriffsdefinitionen. Das Bauwesen und im Besonderen große Infrastrukturprojekte haben aber spezifische Charakteristika, die speziell

berücksichtigt werden müssen. Der Anwendung allgemein gültiger Vorgaben zum Chancen- und Risikomanagement stehen beim Infrastrukturbau die Einzigartigkeit, Größenordnung und Komplexität sowie lange Projektdauern von oft mehreren Jahrzehnten gegenüber.

### **A.1.2 Ziele der Arbeit**

Aus der erläuterten Problemdefinition leitet sich die Frage ab, wie das Chancen- und Risikomanagement bei Infrastrukturprojekten organisiert und umgesetzt werden kann, um aktiv den Projekterfolg zu unterstützen.

**Hauptziel der vorliegenden Arbeit ist es, durch die kritische Auseinandersetzung mit den theoretischen Rahmenbedingungen und anhand der Analyse von Praxisprojekten die wesentlichen Faktoren eines erfolgreichen Chancen- und Risikomanagements im Infrastrukturbau zu erkennen.**

Die Definition der relevanten Grundbegriffe und die Erläuterung des allgemeinen Chancen- und Risikomanagementsystems stellen die Basis der Arbeit dar. Sie sollen in übersichtlicher Weise den aktuellen Stand der angewendeten Grundsätze, Prozesse und Methoden zu erläutern.

Darauf aufbauend soll anhand der Analyse dreier bedeutender Infrastrukturprojekte erörtert werden, wie das Chancen- und Risikomanagement in der Praxis tatsächlich umgesetzt ist. Ziel ist es, die Stärken und Schwächen der unterschiedlichen Anwendungen aufzuzeigen. Als Endergebnis sollen die wesentlichen Kriterien eines effizienten, funktionsfähigen Chancen- und Risikomanagements zu Handlungsempfehlungen zusammengefasst werden.

## A.2 Methodik und Struktur

### A.2.1 Grundlagen der Arbeit

Der Fokus der Arbeit liegt auf der Analyse aktuellen Infrastrukturprojekten der Praxis. Die Informationsgrundlagen stammen aus dem direkten Kontakt zu Projektmitarbeitern, die in der Geschäftsführung, der Projektleitung und dem Projektcontrolling tätig sind. In ihrem jeweiligen Kompetenzbereich sind sie für verschiedene Elemente des Chancen- und Risikomanagementprozesses verantwortlich.

Die verwendeten Informationen sind den zur Verfügung gestellten Projektunterlagen entnommen. Analysiert werden strategische Festlegungen zum Chancen- und Risikomanagement genauso wie deren operative Umsetzung. Zu ersteren zählen projektinterne Grundsätze, welche den Organisationshandbüchern oder Leitfäden entnommen sind, aber auch länderspezifische Rahmenvorgaben aus der Politik. Für die detaillierte Analyse des Chancen- und Risikomanagementprozesses sind die zur Verfügung gestellten Sitzungsprotokolle, Datenbankauszüge und sonstigen Dokumente sehr wertvoll. Maßgebend für das Verständnis der spezifischen Projektmerkmale sind aber in jeder Hinsicht die Gespräche und Tiefeninterviews mit den Projektmitarbeitern sowie die Begleitung der Personen in ihrem beruflichen Alltag.

Tab. 1: Informationsgrundlagen zur Ausarbeitung der Diplomarbeit

Quelle	Kommentar
Fachliteratur	Chancen- und Risikomanagement Projektmanagement Qualitätsmanagement Bauwesen / Tunnelbau
Regelwerke	ISO 31000 ONR 49000ff ÖGG-Richtlinie 2005 SIA Merkblatt 2007 Sonstige
Projektinformationen	Projektunterlagen (Leitlinien, Organisationshandbuch, Berichte, Datenbanken) Gespräche und Tiefeninterviews Projektbezogene Begleitung von Mitarbeitern bei fachspezifischen Diskussionen und Sitzungen

Zur Ausarbeitung der theoretischen Grundlagen dienen neben der entsprechenden Fachliteratur vor allem die derzeit gültigen Regelwerke. Als besonders relevant für das Chancen- und Risikomanagement werden die europäische Norm ISO 31000, die ON-Regeln 49000ff sowie die ÖGG-Richtlinie 2005 und das Merkblatt SIA 2007 erachtet<sup>1</sup>. Tab. 1 fasst die zur Ausarbeitung der Arbeit verwendeten Grundlagen zusammen.

## A.2.2 Aufbau der Arbeit

Die gegenständliche Arbeit gliedert sich in vier Teile:

- Teil A: Einleitung
- Teil B: Einführung in das Chancen- und Risikomanagement
- Teil C: Infrastrukturprojekte aus der Praxis
- Teil D: „Am Weg zur Best Practice“- Theoretische und praktische Erkenntnisse

Teil A definiert die Problemstellung der Arbeit und leitet daraus die zu erreichenden Ziele ab. Teil B bildet den theoretischen Rahmen. Die relevanten Begriffe werden definiert und das Chancen- und Risikomanagement innerhalb des Projektmanagements positioniert. Es wird auf die spezifischen Charakteristika des Infrastrukturbaus eingegangen und die Schritte des Chancen- und Risikomanagementprozesses werden erläutert. Teil C widmet sich der praktischen Anwendung des Chancen- und Risikomanagements und erörtert die besonderen Prozessmerkmale anhand der Analyse von drei großen Verkehrsinfrastrukturprojekten. Aus den theoretischen und praktischen Erkenntnissen werden abschließend in Teil D die wesentlichen Faktoren eines erfolgreichen Chancen- und Risikomanagements erarbeitet. Abb. 1 zeigt den konzeptuellen Aufbau der Arbeit.



Abb. 1: Ausarbeitungskonzept der Diplomarbeit

<sup>1</sup> Für eine vollständige Übersicht aller verwendeten Regelwerke sei auf die Auflistung im Literaturverzeichnis verwiesen.

## Teil B Einführung in das Chancen- und Risikomanagement

### B.1 Systemabgrenzung und Begriffsdefinitionen

#### B.1.1 Risiken, Chancen und Gefahren

Der Begriff Risiko wird im allgemeinen Sprachgebrauch sowie in den verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen teilweise unterschiedlich verwendet. Im Folgenden wird dargestellt, welche Definitionen es gibt und welche dieser Arbeit zugrunde liegen. Damit wird die Vergleichbarkeit der verschiedenen Projekte des Praxisteils gewährleistet. Gleichzeitig erhält die interdisziplinäre Diskussion, welche das Risikomanagement zweifelsohne benötigt, eine zusammenfassende Darstellung ihres Grundbegriffes. Denn hinter dem Ausdruck „Risiko“ verbergen sich unterschiedliche Definitionen und Konzepte. *„Fachübergreifende Sprach-, Begriffs- und Definitions-kompetenz“* ist die Bedingung für fächerübergreifendes Denken und Arbeiten [84, S.199].

Dieser Arbeit liegt ein projektorientierter Ansatz zugrunde. Aus diesem Blickwinkel kann folgendes Bild des Risikobegriffes gezeichnet werden: Ist für ein Vorhaben<sup>2</sup> der Weg zur Erreichung vorgegebener Ziele abgesteckt, so bezeichnet man eine mögliche Abweichung von diesem planmäßigen Weg als Risiko. Dieses Risiko resultiert *„ursachenbezogen aus der Unsicherheit zukünftiger Ereignisse“* [63, S.1]. Der durch Planung exakt abgesteckte Weg ist zwar der anzustrebende, aber aufgrund seiner erst in der Zukunft bevorstehenden Realisierung definitiv nicht der einzig mögliche. Es kann also salopp formuliert werden, dass zwar Pläne über zukünftige Vorhaben, aber nicht die Zukunft selbst in Planungsabteilungen gemacht werden [80].

Ohne an dieser Stelle auf eine philosophische Diskussion einzugehen, ob Zufall existiert oder wir Menschen nicht in der Lage sind, die Gesamtzusammenhänge einer Sache vollständig zu erfassen, ist offensichtlich, dass der Ausgang einer Handlung beziehungsweise eines Vorhabens mit Unsicherheit behaftet ist. Die angesprochene Unsicherheit, welche jeder getroffenen Entscheidung für eine Handlungsmöglichkeit anhaftet, kann aus den Augen der Systemtheorie betrachtet werden:

Ein Vorhaben, hier als System bezeichnet, steht mit der daran beteiligten Natur und den beteiligten Menschen in Zusammenhang. Beispielsweise beeinflussen die Eigenschaften des Baugrundes die Planung des darauf zu errichtenden Objekts. Während der Umsetzung

---

<sup>2</sup> Die wesentlichen Charakteristika, die ein „Projekt“ im Detail von einem „Vorhaben“ unterscheiden, werden in B.1.2 erläutert.

interagiert der natürliche Untergrund mit dem Bauwerk, da neue, unerwartete Einflüsse aus der Natur auftreten. Die beteiligten Personen beeinflussen das Vorhaben durch ihre individuellen Handlungen und ihrer gegenseitigen Kommunikation. Das Vorhaben besitzt demnach natürliche, technische und soziale Komponenten. Systemtheoretisch kann man aufgrund der Vielfalt an Relationen zwischen den Komponenten von einem komplexen System sprechen. Vorgänge einer Systemkomponente haben rückkoppelnde Wirkung auf andere. Des Weiteren treten Einflüsse aus der Systemumwelt auf, die Änderungen innerhalb des Systems bewirken können. Beispiele dafür sind Handlungen von Personen, die indirekt vom Vorhaben betroffen sind, oder natürliche Einflüsse wie das Wetter. Es ist nicht möglich, alle Wechselbeziehungen im System und in die Einflüsse aus dessen Umwelt vollständig zu erfassen. Aufgrund dieses unvollständigen Informationsgehaltes kann der zeitliche Verlauf des Vorhabens nicht exakt (deterministisch) vorhergesagt werden. Risiko kann unter diesen Gesichtspunkten als die Möglichkeit interpretiert werden, dass sich aufgrund von Störprozessen Erwartungen des Systems nicht erfüllen [48, 84].

### Wertneutraler versus wertender Risikobegriff

Risiken sind demnach zukünftig mögliche Planabweichungen. Bei wertneutraler Betrachtung des Begriffes können sie in erwünschte und unerwünschte Abweichungen gegliedert werden. Positive Abweichungen werden als Chance bezeichnet, negative als Gefahr oder Wagnis, siehe Abb. 2. Hierbei ist anzumerken, dass diese Gliederung des wertneutralen Risikobegriffes selbst auf wertende Begriffe zurückgreift: Es hängt vom subjektiven Betrachter ab, ob eine Abweichung, Auswirkung, etc. „positiv“ oder „negativ“ bewertet wird [26, 66].

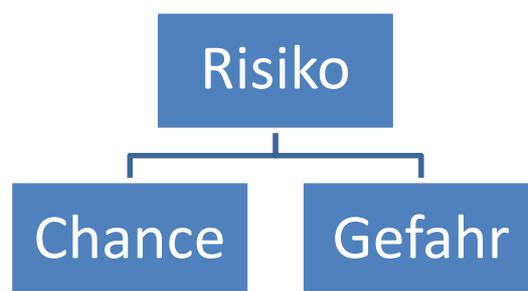


Abb. 2: Wertneutraler Risikobegriff

Der wertneutrale Risikobegriff spiegelt sich in der mathematischen Risiko-Definition wieder, auf die in Kapitel 0 noch näher eingegangen wird: Risiko ist das Produkt der Eintretenswahrscheinlichkeit eines Ereignisses und dessen Ausmaß. Dieser wertneutrale Ansatz ist Grundlage der quantitativen Methoden des Risikomanagements. Rechentechnisch

werden dabei positive und negative Planabweichungen ident behandelt. Chancen und Gefahren unterscheiden sich allein durch das Vorzeichen ihres Ausmaßes.

Dem wertneutralen Risikobegriff steht dessen Verwendung in den verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen und im allgemeinen Sprachgebrauch gegenüber. Eine „riskante“ Handlung zu tätigen bedeutet umgangssprachlich, sich der Gefahr negativer Folgen (finanzieller Verlust, Körperverletzung, etc.) auszusetzen. Das deutsche Sprachwörterbuch Duden definiert Risiko als *„Wagnis, Gefahr, Verlustmöglichkeit bei einer unsicheren Unternehmung“* [40, S.912]. Etymologisch kann das Wort Risiko auf den vulgarlateinischen Begriff „resecum“ zurückgeführt werden, der Felsklippe und Gefahr bedeutete [62].

In vielen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen, zum Beispiel im Umgang mit Naturgefahren, wird zur Quantifizierung von Risiken mit der wertneutralen mathematischen Definition gearbeitet. Betrachtet werden aber ebenfalls nur Gefahrensituationen und mögliche Folgeschäden (Hochwasser, Lawinen, Murgänge, Erdbeben, etc.). Positive Wirkungen, die auch Katastrophenszenarien innewohnen (Renaturierungseffekte, Stärkung des sozialen Zusammenhalts in der betroffenen Region), werden in den Risikobegriff nicht impliziert [96].

Das „Lexikon der ökonomischen Bildung“ verweist unter dem Begriff „Risiko“ ohne weitere Kommentare auf den Begriff „Gefahr“, der als *„Möglichkeit des Verlustes/Teilverlustes bzw. des Eintritts eines Schadens“* definiert ist [68].

Auch in den Sozialwissenschaften ist der Risikobegriff negativ behaftet. Anhand zweier breitenwirksamer Werke soll dies kurz dargestellt werden. Ullrich Beck, der den Begriff der „Risikogesellschaft“ kreierte, versteht unter Risiken die Gesellschaft bedrohende Gefahren, die etwa von Atomenergie, Gentechnik oder Umweltverschmutzung ausgehen [22]. Niklas Luhmann unterscheidet zwar streng zwischen den Begriffen Risiko und Gefahr, thematisiert aber dabei ebenfalls nur drohende Schäden und die damit im Zusammenhang stehenden Entscheidungen [60]. Auch Renn, der in seinem interdisziplinärem Ansatz auf technische, ökonomische, psychologische und sozialwissenschaftliche Risikokonzepte eingeht, bezieht sich nur auf die Gefahrenkomponente des Risikobegriffs [81, 82].

So existiert neben dem wertneutralen ein wertender Risikobegriff. Risiko bedeutet die Möglichkeit negativer Abweichung (Gefahr). Dem steht der Begriff der Chance als mögliche positive Abweichung gegenüber, siehe Abb. 3.

Beide Begriffssysteme werden im Risikomanagement von Infrastrukturprojekten angewandt. Wie im Inhaltsverzeichnis ersichtlich, ist dieser Arbeit ein wertender Risikobegriff zugrunde

gelegt. In Teil D wird auf mögliche Stärken und Schwächen dieser Begriffssystematiken eingegangen.

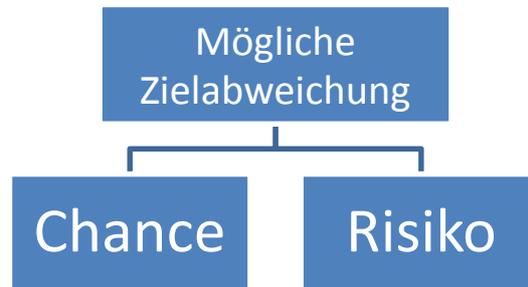


Abb. 3: Wertender Risikobegriff

### B.1.2 Projektmanagement, Chancen- und Risikomanagement: Eine Gesamtanalyse

**„Ohne Ziele keine Zielabweichung.“**

Thema dieser Arbeit ist das Chancen- und Risikomanagement inklusive seiner Aufgaben, Prozesse und Methoden. Es wird in den anschließenden Kapiteln genauer erläutert und seine Umsetzung in der Praxis vorgestellt. Zuvor soll aber an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass das Chancen- und Risikomanagement kein unabhängiger Prozess, sondern Teil eines umfassenden Managementsystems ist. Dazu wird das bis jetzt allgemein formulierte „Vorhaben“ nun zum „Projekt“ konkretisiert. Die erfolgreiche Organisation, Planung und Steuerung eines Projektes sind Aufgaben, die unter dem Begriff Projektmanagement zusammengefasst werden. Ziel dieses Kapitels ist es, die wesentlichen Aufgaben des Projektmanagements übersichtlich darzustellen. Dies ist von Bedeutung, weil das Chancen- und Risikomanagement in die Strukturen und Prozesse des Projektmanagements eingreift und darauf aufbaut. Darüber hinaus wäre eine exklusive Betrachtung schon aus begrifflicher Sicht wertlos. Im vorigen Kapitel wurden Chancen und Risiken als mögliche Zielabweichungen definiert; die Festlegung der eigentlichen Ziele ist aber eine der Aufgaben des Projektmanagements. Ohne konkrete Ziele können Chancen und Risiken weder wahrgenommen noch beeinflusst werden.

#### **Grundsätze des Projektmanagements**

Generelles Ziel des Projektmanagements ist es, Projekte erfolgreich zu realisieren. Dabei ist eine definierte Leistung im vorgegebenen Zeit- und Kostenrahmen mit der geforderten Qualität zu erbringen [14]. Zeit, Kosten und Leistung bilden das „magische Dreieck der

Projektsteuerung“. Sie stellen konkurrierende Projektanforderungen dar [89]. Abb. 4 zeigt die Wechselbeziehung zwischen der Leistung, sprich den qualitativen und quantitativen Projektanforderungen, der benötigten Dauer und dem wirtschaftlichen Aufwand. Soll das Vorhaben etwa rascher abgewickelt werden, sind entweder finanzielle Aufwendungen oder die Reduktion des Leistungsumfanges in qualitativer oder quantitativer Hinsicht notwendig. Sind die finanziellen Ressourcen limitiert, muss der Leistungsumfang gekürzt oder die Fertigstellungsdauer verlängert werden. Ein erhöhter Leistungsanspruch erfordert mehr finanzielle Ressourcen und/oder eine längere Bearbeitungszeit. Diese drei Hauptaspekte gilt es in Balance zu halten [117].

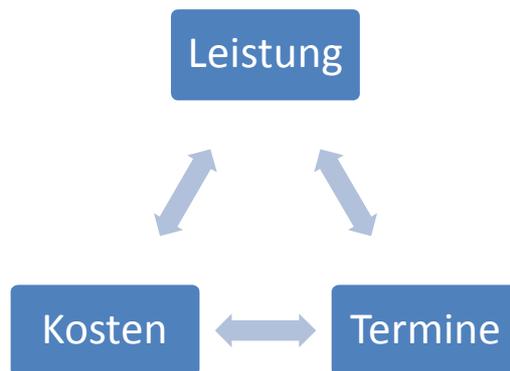


Abb. 4: "Magisches Dreieck" des Projektmanagements, nach [59]

Die Aufgaben des Projektmanagements werden speziell durch die charakteristischen Merkmale von Projekten beeinflusst: Durch einen Anfangs- und Endtermin sind sie zeitlich befristet. Da sie einmalig und neuartig sind, handelt sich um keine wiederholten Routineaufgaben. Außerdem können Projekte eine beachtliche Größe und einen hohen Komplexitätsgrad aufweisen [20].

DIN 69901-5 definiert das Projektmanagement als „Gesamtheit von Führungsaufgaben, -organisation, -techniken und –mitteln für die Initiierung, Definition, Planung, Steuerung und den Abschluss von Projekten“ [5, S.14]. Sie schließt damit sowohl die Projektmanagement-Aufgaben als auch die prozessorientierten Phasen eines Projektes mit ein.

### Prozessorientierte Phasen eines Projektes

Nach DIN 69901-5 bilden die Initiierung, Definition, Planung, Steuerung und der Projektabschluss den Projektlebenszyklus. Diese prozessorientierte Einteilung dient der systematischen, schrittweisen Strukturierung des Projektes. Sie ist zweckmäßig, um die Komplexität eines Projektes mit einer Vielzahl von Aufgaben und gegenseitigen Wechselwirkungen zu überblicken [4]. In dieser Arbeit wird nun auf die Phasengliederung

von Bea detaillierter eingegangen. Sie unterscheidet sich geringfügig von der angesprochenen Normung, wodurch die Bedeutung der Zieldefinition hervorgehoben wird. Bea nennt folgende Prozessphasen [20]:

- Projektstart
- Zielpräzisierung
- Projektplanung
- Projektumsetzung
- Projektkontrolle
- Projektabschluss

Diese Phasen werden nicht notwendigerweise chronologisch durchlaufen. Vielmehr bedingt der Komplexitätsgrad von realen Projekten eine Vernetzung der einzelnen Prozessphasen, wie Abb. 5 zeigt.

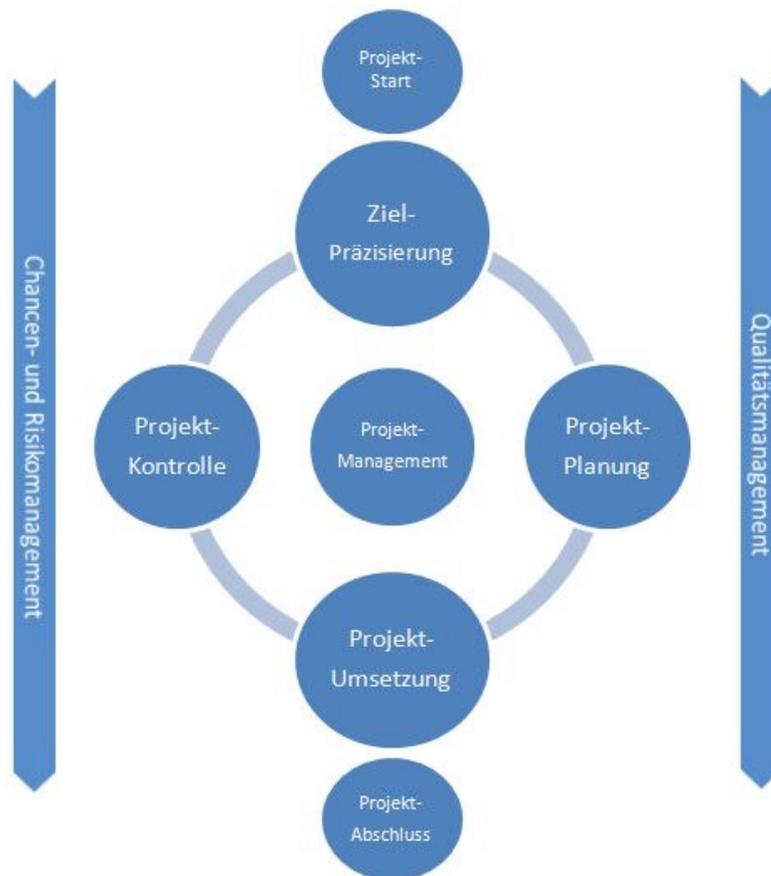


Abb. 5: Phasen des Managementprozesses, in Anlehnung an [3]

Der Projektstart ist die Basis für einen erfolgreichen Projektablauf. Der Projektauftrag ist konkret zu formulieren und die wichtigsten Rahmenbedingungen, etwa die

Organisationregeln und die Aufstellung des Projektteams, sind zu klären. Der Projektstart ist wie der Abschluss ein einmaliges Ereignis und kaum mit anderen Phasen vernetzt.

Die Zielpräzisierung, welche in der Literatur häufig als Teil des Projektstarts aufgefasst wird, wird „aufgrund ihrer herausragenden Bedeutung für den Projekterfolg und ihres stark projektbegleitenden Charakters“ als eigene Projektphase definiert [20, S.42]. Ziele sind Festlegungen von erwünschten Zuständen betreffend den Projektgegenstand und den Projektablauf. Die Zielformulierung unterliegt bei langer Projektabwicklungsdauer einer ständigen Entwicklung (ändernder Informationsstand, Kundenwünsche, Stand der Technik, etc.). Es ist wichtig, solche Änderungen im Projektverlauf wahrzunehmen. Im Rahmen des Projektmanagements erfüllen Ziele unterschiedliche Funktionen: Sie dienen als Kriterien von Entscheidungsfindungen, zur Motivation des Projektteams durch Erreichung gemeinsamer Ziele und als Information über zukünftige Aktivitäten. Hervorzuheben ist die Kontrollfunktion von definierten Zielen als Soll-Werte in der Projektkontrolle. Die Rolle als Bezugsgröße für Chancen- und Risikobetrachtungen muss hier nicht nochmals betont werden [21].

Die Projektplanung umfasst die systematische Analyse und Strukturierung eines Projektes. Sie nimmt die notwendigen Handlungen zur Zielerreichung gedanklich vorweg. Die Qualität der Projektplanung ist dadurch entscheidend für die Erreichung der Leistungs-, Zeit- und Kostenziele. Zudem ist die Phase der Projektplanung jene Phase, in der die Beeinflussbarkeit des Kostenvolumens am höchsten ist. Die Projektplanung nimmt so maßgebenden Einfluss darauf, wie sich die später in der Umsetzung entstehenden Kosten entwickeln. Die Basis aller Planungsaktivitäten ist der Projektstrukturplan (PSP). Er gliedert das Gesamtvorhaben in hierarchische Ebenen, die fachliche Einheiten bilden, überschaubar und steuerbar sind. Der Projektstrukturplan ist Grundlage für sämtliche Belange des Kosten-, Leistungs- und Termincontrollings sowie der Projektdokumentation. Abb. 6 zeigt die Hierarchien eines Projektstrukturplanes [38, 109].

Die weiteren Schritte der Projektplanung bauen alle auf dem Projektstrukturplan auf. Die Arbeitsaufwandsplanung schätzt die Aufwendungen zur Erledigung der im PSP angeführten Teilaufgaben und plant den Ressourceneinsatz. Dazu zählen Personal, Material, Sach- und Geldmittel. Es folgt die Projektablaufplanung mit den Methoden der Netzplantechnik sowie die Terminplanung mit der Ausweisung von Meilensteinen. Es soll betont werden, dass die einzelnen Planungsschritte nicht nur zeitlich linear abgearbeitet werden können, sondern die Komplexität von Großprojekten oft zu Rückkopplungen führt [20, 53].

Die Projektumsetzung beinhaltet alle an der Realisierung des Projektes beteiligten Funktionen. Dazu zählen das Management von Verträgen, Nachforderungen und

Änderungen. Mehrkostenansprüche und Schadensersatzforderungen sind zu definieren, beurteilen und zu verwalten [10, 24]. Das Bericht- und das Sitzungswesen sowie die saubere und vollständige Dokumentation der Ereignisse sind Begleitprozesse, aber zentrale Elemente der Projektumsetzung. Mithilfe eines Dokumentenmanagementsystems werden alle Berichte und Verträge erfasst und nummeriert in die Systematik des Projektstrukturplans eingebunden. Zum Sitzungswesen ist die Bedeutung als Führungsmittel, zur Informationsvermittlung und als Regelung von Zuständigkeiten und Schnittstellen zu nennen [109].

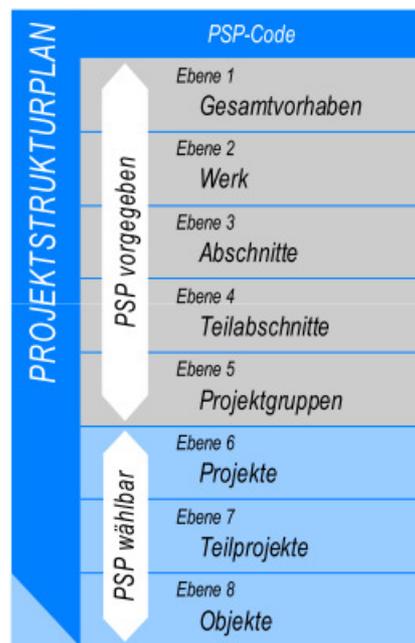


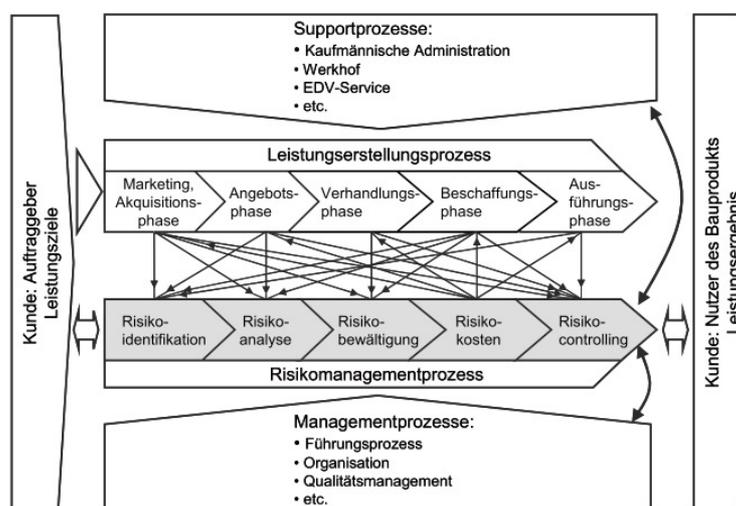
Abb. 6: Aufbau des PSP beim Lötschberg Basistunnel, aus [109, S.85]

Unter Projektkontrolle wird der systematische Vergleich von Plangrößen (Soll-Größen) und definierten Vergleichsgrößen (Ist-Größen) verstanden. Plangrößen sind die beim Projektstart und der Zielpräzisierung festgelegten Ziele, die nun bei Projektkontrolle die Bezugsbasis darstellen. In periodischen Abständen muss der Zuständige über die Einhaltung der Kosten-, Termin- bzw. Leistungsbezugsbasis informieren. Entsprechend der obigen Ausführungen wird deutlich, wie wichtig die Aktualisierung der Plangrößen im Falle von Leistungsänderungen ist, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Hinsichtlich der Kostenkontrolle ist in jedem Fall der Bezugszeitpunkt der Kostenkontrolle zu beachten und aktuelle Kostenstände auf die definierte Preisbasis rückzurechnen. Zusammenfassend ist die Definition nach DIN 69901-5 zu zitieren: *Projektcontrolling ist die „Sicherstellung des Erreichens aller Projektziele durch Ist-Datenerfassung, Soll-Ist-Vergleich, Analyse der*

Abweichungen, Bewertung der Abweichungen gegebenenfalls mit Korrekturvorschlägen, Maßnahmenplanung, Steuerung der Durchführung von Maßnahmen“ [5, S.12].

### Qualitätsmanagement, Chancen- und Risikomanagement als Begleitprozesse

Das Qualitäts- sowie das Chancen- und Risikomanagement wurden bei der prozesstechnischen Betrachtung bisher ausgeklammert. Beide durchlaufen einen eigenen Projektmanagementprozess, der nicht bestimmten Phasen zugeordnet werden kann. Sie werden als Begleit- beziehungsweise Unterstützungsprozesse bezeichnet und als solche in Abb. 5 ausgewiesen [20, 48].



**Abb. 7: Phasenübergreifende Eingliederung des Risikomanagementprozesses am Beispiel einer Bauunternehmung, aus [43, S.698]**

Die in der Neuartigkeit, Einzigartigkeit und Größenordnung begründete Unsicherheit ist ein wesentliches Merkmal eines Projektes [39]. Jede Phase trägt das Phänomen der Unsicherheit notwendigerweise in sich, da die Auswirkungen von getroffenen Entscheidungen nicht exakt vorhersehbar sind. Aufgabe des Chancen- und Risikomanagements ist die Analyse und Gestaltung von möglichen Zielabweichungen. Es ist daher als Unterstützungsprozess zu verstehen, der in das gesamte Projektmanagement integriert ist und über die gesamte Projektdauer in einem Rückkopplungsprozess abläuft. Mit Rücksicht auf seine Gestaltungsfunktion ist das Chancen- und Risikomanagement nicht nur im Kontext mit anderen Bereichen des Projektmanagements zu sehen, sondern muss auch organisatorisch in diese eingegliedert sein [77]. Es ist damit wichtiger Bestandteil des Organisationshandbuchs, auf das weiter unten noch eingegangen wird. HALLER bezeichnet das Risikomanagement als „*quer zum Unternehmensgeschehen*“ liegenden

Supportprozess, weil in sämtlichen Ebenen und Teilbereichen des Projektes „ziel- und ergebnisorientierte Prozesse“ ablaufen, die hinsichtlich Chancen und Risiken zu analysieren sind [48, S.15].

Abb. 7 stellt Vernetzung des Chancen- und Risikomanagements mit den Projektphasen dar. Anzumerken ist, dass durch die Formulierung einer Chancen- und Risikostrategie schon auf normativer Ebene Grundsätze für die operative Behandlung deutlich gemacht werden sollten [43].

Qualitätsmanagement ist ein umfassender Begriff, der nicht nur die Sicherstellung der reinen Produktqualität, sondern die Beherrschung der gesamten Prozesskette zum Ziel hat [20]. Es ist daher wie das Chancen- und Risikomanagement als Begleitprozess in alle Projektphasen zu integrieren. Qualität bezeichnet den Grad der Erfüllung von Anforderungen und Erwartungen der Projektbeteiligten. Dies sind die Kunden, Mitarbeiter, Kapitalgeber, Lieferanten, die Gesellschaft und die Umwelt [31]. Dabei ist festzuhalten, dass der Qualitätsbegriff kein absoluter ist, sondern lediglich die Übereinstimmung einer Tätigkeit, eines Prozesses oder eines Produktes mit vorgegebenen Forderungen beschreibt [30]. Die Qualitätsmanagementnorm EN ISO 9000 definiert acht Grundsätze zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit einer Organisation [2]. Der prozessorientierte Ansatz, Kundenorientierung sowie die Einbeziehung der beteiligten Personen sind davon die wesentlichsten Eckpunkte. Das Verständnis von Qualitätsmanagement hat sich von einer reinen Ergebnisprüfung hin zu einem ganzheitlichen Konzept entwickelt, welches in der Projektkultur verankert ist und alle Einstellungen und Handlungen der Mitarbeiter miteinschließt. Man spricht in diesem Zusammenhang vom Total Quality Management TQM [78].

### **Projektmanagement-Funktionen**

Neben der vorgestellten prozessorientierten Gliederung können die Aufgaben des Projektmanagements in vier Hauptfunktionen unterteilt werden. Es handelt sich um die allgemeinen Managementgrundfunktionen

- Planen
- Organisieren
- Führen
- Steuern und Kontrollieren [77].

Dabei meint Projektorganisation die „Schaffung eines Systems von Regelungen, durch das die Arbeitsleistung der Projektbeteiligten auf die Unternehmensziele ausgerichtet wird“ [56, S.93]. Es ist der strukturelle Projektaufbau ebenso zu regeln wie der Projektablauf.

Herzstück der Projektorganisation ist das Organisationshandbuch (Projektmanagementhandbuch). Es beinhaltet die Zusammenstellung aller organisatorischen Regelungen eines Projektes (vgl. Tab. 2 und Tab. 3).

Tab. 2: Inhalt des Organisationshandbuches beim Lötschberg Basistunnel (Teil 1/2), nach [109]

Nr.	Titel	Kommentar
1	OHB-Leitfaden (Einleitung)	„Wann und wie ist das OHB zu verwenden?“
2	Projektdefinition	„Worum geht es beim Projekt BLS AT Lötschberg?“
3	Projektstruktur	„In welche Aufgabenpakete teilen wir das Projekt auf?“
4	Organisation	„Wie arbeiten wir zusammen?“
5	Sicherheit und Gesundheitsschutz	„Wie fördern wir Kenntnisse und das Bewusstsein über Sicherheit und Gesundheitsschutz?“
6	Controlling Leistungen	„Wie überwachen, steuern und rapportieren wir Leistungen?“
7	Controlling Kosten	„Wie überwachen, steuern und rapportieren wir Kosten?“
8	Controlling Termine	„Wie überwachen, steuern und rapportieren wir Termine?“
9	Kommunikation und Besuchswesen	„Wie kommunizieren und präsentieren wir gegen außen?“
10	Ereignisfälle	„Wie kommunizieren wir außerordentliche Ereignisse gegen außen und wie gehen wir damit um?“
11	Risikomanagement	„Wie erkennen wir Projektrisiken und wie gehen wir damit um?“
12	Änderungswesen	„Wie gehen wir mit vertragsrelevanten Projektänderungen um?“
13	Berichtswesen	„Welche Berichtstypen gibt es? Wie werden diese erstellt?“
14	Sitzungswesen	„Wer trifft sich wann?“
15	Vergabeverfahren	„Wie gehen wir bei der Vergabe von Verträgen vor?“

Tab. 3: Inhalt des Organisationshandbuches beim Lötschberg Basistunnel (Teil 2/2), nach [109]

Nr.	Titel	Kommentar
16	Vertragsmanagement	„Worauf achten wir, wenn wir Verträge abschließen?“
17	Rechnungs- und Zahlungenwesen	„Wie werden Rechnungen gestellt resp. Zahlungen ausgelöst?“
18	Versicherungswesen	„Wer ist wie versichert und somit Anlaufstelle im Ereignisfall?“
19	Projektierung	„Wann sind welche Prüfungen vorgesehen? Wie erfolgen Freigaben? Wie sehen unsere Plandokumente aus?“
20	Dokumentation	„Wie dokumentieren wir das Projekt?“
21	Informatik	„Mit welchen Informatikmitteln arbeiten wir und wie soll der Datentransfer erfolgen?“
22	Nachweisplanung	„Welche Nachweise sind zu erbringen?“

Führen bedeutet das „zielorientierte Anleiten Anderer“ [77, S.24]. Führungskräfte, im Besonderen Projektleiter, müssen über personale, methodische und unternehmerische Kompetenzen verfügen, um gemeinsam mit dem Team ein Projekt zum Erfolg zu führen. Klar geregelte Zuständigkeiten und Verantwortungen sind dabei obligatorisch [69].

### Zusammenfassung der wesentlichen Inhalte

In diesem Kapitel wurde das Projektmanagement prozessorientiert in Phasen gegliedert und die wichtigsten Aufgaben des Projektmanagements angeführt. Maßgebend für den Projekterfolg sind der logisch strukturierte, systematische Projektstrukturplan, das Organisationshandbuch, die saubere und vollständige Projektdokumentation sowie die Teamarbeit. Das Qualitäts- sowie das Chancen- und Risikomanagement sind Unterstützungsprozesse während des gesamten Projektablaufes.

Abschließend soll das Projektmanagement einer systemorientierten Ansicht unterzogen werden. Betrachtet man das Management eines Projektes als Gesamtsystem, so besteht dieses aus mehreren Elementen, die gemeinsam Einfluss auf den Projekterfolg haben:

- Das Projektteam umfasst alle am Projekt mitarbeiteten Personen samt deren Kompetenzen, Einstellungen und Werthaltungen.

- Die Projektorganisation ist das Regelwerk, das eine erfolgreiche Zusammenarbeit aller Beteiligten sicherstellt.
- Die Methoden umfassen alle Mittel zur Steuerung der Parameter Leistung, Kosten, Zeit, Qualität, Chancen und Risiken.
- Bisher noch nicht genannt wurde das Projektumfeld, welches alle das Projekt beeinflussenden, aber außen liegenden Größen beinhaltet. Dazu zählen Behörden, Mitbewerber, Lieferanten, Medien und Kunden [77].

Letztendlich hat sich ein Projekt nicht nur am Produkt oder den Prozessen zu orientieren, sondern vor allem am Kundenbedarf. Die genannten „Wirkungsfelder“ eines Projektes stehen miteinander in Wechselbeziehung, wodurch der Abstimmung der Einflussgrößen untereinander und damit der Kommunikation zwischen den beteiligten Personen eine herausragende Bedeutung zukommt. So kann der Bau eines Infrastrukturprojektes als soziales System aufgefasst werden, in dem die Menschen und ihre Zusammenbaukultur den Projekterfolg bestimmen [79].

### B.1.3 Chancen- und Risikomanagement im Infrastrukturbau

Einzigartigkeit, Neuartigkeit, zeitliche Befristung, Größenordnung und Komplexität sind allgemein charakteristische Projekteigenschaften. Als Schnittstelle zu den in Teil A vorgestellten Praxisprojekten sollen in diesem Kapitel die spezifischen, für das Chancen- und Risikomanagement relevanten Merkmale von Bauprojekten aufgezeigt werden.

#### **Besondere Projektmerkmale von Infrastrukturbauten**

Als Infrastruktur werden *„die von staatlicher und/oder privater Seite erbrachten Unterstützungsleistungen in den Bereichen Verkehr, Energie, Umwelt und Kommunikation“* bezeichnet [98, S.26]. Im Speziellen bezieht sich diese Arbeit auf Verkehrsinfrastrukturprojekte. Dazu zählen Bauten des öffentlichen Verkehrssystems, also Straßen und Schienen inklusive der damit verbundenen Kunstbauten (Brücken, Tunnel) und betrieblichen Einrichtungen, sowie Einrichtungen des Flug- und Schiffsverkehrs [36]. Der Fokus der gegenständlichen Arbeit liegt auf Projekten des Tunnelbaus. Hinsichtlich Projektdauer, Projektkosten, Leistungsanforderungen und Projektumfeld zählt dieser zu den anspruchsvollsten Projektarten. Dementsprechend hoch sind die Anforderungen an das Projektmanagement.

Zeitlich kann ein Infrastrukturprojekt nach der ÖGG-Richtlinie 2005 in die in Tab. 4 aufgelisteten Phasen eingeteilt werden. Vom Projektstart bis zum Abschluss können sich dadurch Zeitspannen von mehreren Jahrzehnten ergeben. Beispielsweise wurde der Ausbau

der Brennerachse mit Studien und in Arbeitsgruppen schon am Beginn der 1970er Jahre angedacht. Planmäßiger Fertigstellungstermin des Brenner Basistunnels ist im Jahr 2025. Bei derartigen Zeiträumen unterliegen die technischen, rechtlichen und finanziellen Rahmenbedingungen Veränderungen, die nicht von vornherein absehbar sind. Auch in der Bauphase werden sich der Stand der Technik oder die Vorstellungen des Auftraggebers noch ändern [27, 46].

Tab. 4: Projektphasen bei Infrastrukturprojekten, nach [9]

Phase	Meilenstein
Projektentwicklung	Festlegung Programm
Vorprojekt	Trassenauswahl
Einreichprojekt	Einreichung
Genehmigung (Behördenverfahren)	Bewilligung
Bauprojekt	Ausschreibung
Bauphase	Vertragsabschluss Baufertigstellung

Die Projektkosten der in dieser Arbeit betrachteten Projekte liegen im Bereich von mehreren Milliarden Euro. Sie werden von zahlreichen Unsicherheitsfaktoren beeinflusst. Dazu zählen das wirtschaftliche Umfeld (Teuerungen, Konjunktur), das technische Umfeld (Normen, Vorschriften, Auflagen) und das allgemeine Umfeld (Gesetze, Gewerkschaften). Weiters sind Auftragsvergaben durch die aktuelle Konkurrenz- und Konjunktursituation sowie natürliche Unsicherheiten (Geologie, Felsmechanik, Hydrogeologie) kostenentscheidend [109].

Bei öffentlichen Großprojekten gehört der „*Widerstand von außen durch steigende Ansprüche von Anrainern, Bürgerinitiativen und politischen Gruppierungen*“ zu den größten Einflussfaktoren [75, S.1]. Linienförmige Infrastrukturprojekte sind aufgrund ihrer „*großen räumlichen Ausdehnung, der relativ hohen Kosten, ihrer Nähe zu dichtbesiedelten Gebieten oder ihrer Lage in landschaftlich wertvollen Gebieten [...] besonders stark mit dem Umfeld vernetzt*“ [101, S. 133]. Strategisches Umfeldmanagement, Issue-Management oder das Stakeholder-Management haben das systematische Management des politisch-gesellschaftlichen Umfelds zum Ziel. Anrainer und Bürgerinitiativen gehören genauso zum

Einflussbereich des Projektes wie Behörden, Politik, Gesellschaft, Natur und Umwelt, Auftraggeber, Lieferanten oder technische Entwicklungen. Im Umgang mit Anrainern ist eine frühzeitige, nicht bloß auf einseitiger Information beschränkte Partizipation erfolgsentscheidend [55].

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass Verkehrsinfrastrukturprojekte aufgrund des Zusammenwirkens vieler verschiedener Einflussfaktoren einen sehr hohen Komplexitätsgrad aufweisen. Es handelt sich immer um völlig neuartige, durch einzigartige geologische Zonen verlaufende Projekte, die hinsichtlich Zeit- und Kostenumfang wohl nur von wenigen anderen Projektarten übertroffen werden.

### **Einfluss der Projektmerkmale auf das Chancen- und Risikomanagement**

Die genannten Eigenschaften von Verkehrsinfrastrukturbauten machen bei Projektbeginn eine exakte Vorhersage der Projektdauer und des finanziellen Aufwands unmöglich. Die Einhaltung der planmäßigen Zeit-, Kosten-, und Leistungsziele wird durch die Vielzahl von Unsicherheitsfaktoren erschwert. Qualitätsanforderungen und eine organisierte Projektsteuerung in allen Phasen des Projektablaufes sind dabei Basis für den Projekterfolg. Vorrangig soll dieses Kapitel aber den Nutzen des Chancen- und Risikomanagements verdeutlichen. Denn dessen Einflussmöglichkeiten steigen mit der Höhe der Unsicherheiten und der Projektgröße. Daher eignet sich gerade im Infrastrukturbau das frühzeitige Erkennen von Chancen und Risiken dazu, durch gezielte Maßnahmen möglichen Planabweichungen wirksam entgegenzusteuern. Die hohe Komplexität macht vielmehr ein systematisches Chancen- und Risikomanagement absolut notwendig.

Abschließend werden in Tab. 5 und Tab. 6 die verschiedenen Chancen- und Risikoarten des Bauwesens aufgelistet, um die thematische Fülle der Einflussbereiche aufzuzeigen. Die Behandlung aller Chancen und Risiken wird nie möglich und nicht sinnvoll sein. Selbst die Chancen- und Risikoidentifikation begrenzt sich auf einen Teilbereich. Dem Praxisteil wird an dieser Stelle schon vorweggenommen, dass die Bearbeitung weniger, aber entscheidender Chancen und Risiken die effizienteste Arbeitsweise darstellt.

Als spezifischer Risikotyp von Infrastrukturprojekten ist das Baugrundrisiko hervorzuheben. Darunter fallen alle Risiken, die sich aus den geologischen und hydrogeologischen Eigenschaften des Untergrundes sowie aus den Wechselwirkungen zwischen Baugrund und Bauwerk ergeben. Da die gängigen Erkundungsmethoden nur stichpunktartige Erkenntnisse liefern, besteht immer ein erhebliches Baugrundrisiko [58]. Obwohl der Begriff einer „Baugrundchance“ nicht üblich ist, soll auch auf die Möglichkeit aufmerksam gemacht

werden, dass durch umfassende und gut geplante Erkundungen Bauabläufe beschleunigt und kostenmäßig optimiert werden können.

**Tab. 5: Chancen und Risiken für Bauherrn und Projektentwickler [104, S.2]**

Phasenunabhängige Chancen und Risiken	Phasenabhängige Chancen und Risiken
Organisationsform	Chancen und Risiken in der Projektentwicklung
Finanzierung des Projektes	Chancen und Risiken in der Planung
Umfeldabhängige Chancen und Risiken	Chancen und Risiken in der Ausschreibung und Vergabe
Baugrund- und Gründungsverhältnisse	Chancen und Risiken in der Bauausführung
Vertragsart und Vertragsinhalt	Chancen und Risiken im Betrieb
Wahl der Planer und Erfüllungsgehilfen	

**Tab. 6: Chancen und Risiken für ausführende Bauunternehmen [104, S.3]**

Phasenunabhängige Chancen und Risiken	Phasenabhängige Chancen und Risiken
Bauherr (Bonität, Zahlungsmoral, Art der Projektentwicklung, Vertragsauslegung)	Chancen und Risiken der Bauvorbereitung
Planer (Qualität der Planung, Termintreue bei Planlieferung)	Chancen und Risiken der Rohbauarbeiten
Personal und interne Organisation	Chancen und Risiken des Innenausbau
Ausschreibung und Vertrag	Chancen und Risiken des technischen Ausbaus
Qualität	Chancen und Risiken der Übergabe, Projektabschluss, Mängelbehebung

## B.2 Der Chancen- und Risiko-Managementprozess

Nach der Definition der wichtigsten Begriffe und einem Überblick über die Gesamtzusammenhänge des Projektmanagements befasst sich das folgende Kapitel konkret mit den Aufgaben und Abläufen des Chancen- und Risikomanagements. Ziel ist die übersichtliche Darstellung der Prozessphasen und der dabei angewandten Methoden. Dadurch können im dritten Teil der Arbeit die in den Praxisprojekten vorgefundenen Strukturen richtig eingeordnet und die wesentlichen Elemente eines erfolgreichen Chancen- und Risikomanagements herausgefiltert werden.

DIN ISO 31000 definiert Risikomanagement als *„koordinierte Aktivitäten zur Lenkung und Steuerung einer Organisation in Bezug auf Risiken“* [6, S.9]. Es handelt sich um einen systematischen Prozess zur frühzeitigen Erkennung und Beurteilung von Chancen und Risiken. Daraus werden Maßnahmen abgeleitet, um Chancen gezielt zu nützen und Risiken zu vermindern. Die Kontrolle, Nachbetrachtung sowie die Kommunikation sind ebenfalls Teile des Chancen- und Risikomanagementprozesses. Er sollte nach den Grundsätzen der ISO 31000 in die *„allgemeinen Führungs-, Strategie- und Planungs-, Management- und Berichterstattungsprozesse, Politik, Werte und Kultur“* einer Organisation eingebunden werden [6, S.5]. Die konsistente Durchführung dieses Prozesses ermöglicht einer Organisation unter anderem,

- die Wahrscheinlichkeit der Zielerreichung zu steigern,
- das Erkennen von Chancen und Risiken zu fördern,
- Schadensfälle zu minimieren,
- die Sicherheit und den Gesundheitsschutz zu erhöhen,
- dem Team die Notwendigkeit des Chancen- und Risikomanagements bewusst zu machen,
- das Vertrauen der Stakeholder zu verbessern [6].

In der Literatur sind verschiedene Gliederungen des Chancen- und Risikomanagementprozesses vorzufinden, die sich in den Begriffsbestimmungen und im Umfang unterscheiden. Die im Zuge dieser Arbeit analysierten Gliederungen sind im Anhang skizziert. Aus den Vor- und Nachteilen der betrachteten Literatur leitet sich die hier gewählte Einteilung des Chancen- und Risikomanagementprozesses ab (siehe Abb. 8 und Tab. 7). Obwohl die Identifikation und die Beurteilung von Chancen und Risiken zeitlich und inhaltlich kombiniert ablaufen können, werden sie hier als getrennte Phasen angeführt. Dadurch soll die Identifikationsphase in den Fokus rücken. Nur erkannte Chancen und Risiken können im weiteren Prozess beurteilt und optimiert werden.

Tab. 7: Der Chancen- und Risikomanagementprozess

Prozessphase	Kommentar
Chancen- und Risikostrategie	„Wie hoch ist die Bereitschaft, Chancen und Risiken einzugehen?“
Chancen- und Risikoidentifikation	„Wie werden Chancen und Risiken erkannt und gesammelt?“
Chancen- und Risikobeurteilung	„Mit welchen Kriterien werden Chancen und Risiken bewertet und klassifiziert?“
Chancen- und Risikooptimierung	„Mithilfe welcher Maßnahmen können Chancen genützt und Risiken vermieden werden?“
Chancen- und Risikoüberwachung	„Wie werden Chancen und Risiken kontrolliert und nach Projektabschluss reflektiert?“



Abb. 8: Der Chancen- und Risikomanagementprozess

### B.2.1 Chancen- und Risikostrategie

Die Chancen- und Risikostrategie ist eine wichtige projektstrategische Entscheidung und Grundlage des gesamten Chancen- und Risikomanagementsystems [103]. Sie ist dem weiteren Prozess gedanklich vorangestellt und definiert Vorgaben für den Umgang mit Chancen und Risiken. Durch die Strategie wird etwa festgelegt, welche Risiken eingegangen

werden dürfen, ab welcher Schadenshöhe Maßnahmen zur Risikooptimierung zu ergreifen sind oder welche Balance zwischen Chancen und Risiken besteht [67]. Das heißt es wird die grundsätzliche Risikobereitschaft im Projekt festgelegt. Dabei geht es nicht darum, alle Risiken eliminieren zu wollen, sondern darum, bewusst Unsicherheiten in Kauf zu nehmen; vor allem dann, wenn ihnen auch Chancen innewohnen [43].

Für die Schaffung eines Risikobewusstseins und einer Chancen- und Risikokultur ist es notwendig, die definierten Grundsätze als *„Verhaltensregeln für alle Mitarbeiter verbindlich schriftlich“* zu dokumentieren [103, S.3].

An dieser Stelle soll kurz auf die Begriffe Risikopolitik, -strategie und -kultur eingegangen werden, die in der Literatur teilweise synonym verwendet werden: Nach GIRMSCHEID sind alle Entscheidungen eines Unternehmens in die Zukunft gerichtet und damit chancen- und risikobehaftet. Somit ist das Chancen- und Risikomanagement auch in allen Unternehmens- bzw. Projektebenen zu integrieren. Er verwendet den Begriff „Risikopolitik“ zur Beschreibung der auf normativer Managementebene festgelegten Leitlinien [43]. Hier werden Werthaltungen und Einstellungen berücksichtigt. Das strategische Management, eine Hierarchieebene tiefer, entwirft mit den Vorgaben der Risikopolitik die „Risikostrategie“. Dazu zählen das Risikomanagementsystem und dessen Strukturen. Aus beiden Ebenen leitet sich eine „Risikokultur“ ab. Sie beschreibt keine Aktivitäten oder Grundsätze, sondern das Verhalten der beteiligten Personen. Die Chancen- und Risikokultur als *„gewachsenes, gelebtes und gestaltbares Denk-, Entscheidungs- und Verhaltensmuster“* der Teammitglieder beeinflusst elementar das Projektgeschehen [52, S.126].

## B.2.2 Chancen- und Risikoidentifikation

Ziel der Chancen- und Risikoidentifikation ist die möglichst vollständige Erkennung und Sammlung von projektrelevanten Chancen und Risiken. Die Besonderheit des Identifizierens liegt daran, dass hierbei erst der Aufgabenbereich der weiteren Tätigkeiten geschaffen wird. Daher nennt LINK die Identifikation als *„den wichtigsten, aber auch den schwierigsten Funktionsbereich“* des Chancen- und Risikomanagementprozesses [66, S.15]. Nur erkannte Chancen und Risiken können später durch Maßnahmen optimiert werden.

Die Komplexität und der unvollständige Informationsstand im Projekt machen es unmöglich, einen *„vollständigen Katalog aller möglichen Unsicherheiten“* der Planung und der Ausführung aufzustellen. Es ist aber notwendig, diesem Ziel sehr nahe zu kommen, da identifizierte Risiken *„nur noch einen Bruchteil der Verlustgefahren unerkannter Risiken bergen“* [43, S.751]. Grund dafür ist das Risikobewusstsein der Teammitglieder, das sich

durch den Arbeitsschritt der Identifikation einstellt. Es trägt dazu bei, dass erkannte Risiken nicht eintreten. Analoges gilt noch prägnanter für die Identifikation von Chancen: nur erkannte Chancen bergen Gewinnpotentiale. Durch das aktive Aufsuchen von Chancen entsteht ein Bewusstsein für deren Realisierung.

Die Analyse nicht identifizierter Risiken ist nicht Gegenstand dieser Arbeit. Sie können jedoch hohe Auswirkungen auf das Projektgeschehen haben. TALEB warnt in seinem Buch „The Black Swan“ vor den oft gravierenden Folgen von nicht vorhersagbaren, extrem seltenen Ereignissen. Diese als „Schwarze Schwäne“ bezeichneten Ausreißer liegen nicht im Bereich der üblichen Erwartungen, weil in der Vergangenheit nichts Vergleichbares beobachtet wurde [76, 108]. Nicht erkannte Risiken können in der Folge auch nicht bewertet, müssen jedoch in der Vorsorge monetär erfasst werden [23].

Neben der möglichst vollständigen Sammlung von Chancen und Risiken nennt LINK folgende weitere Anforderungen an die Identifikationsphase [66]:

- Rasche Erfassung neu auftretender Chancen und Risiken
- Prognose zukünftiger Chancen und Risiken

Der erste Punkt betrifft die zeitliche Überarbeitung der Ergebnisse zur periodischen Aktualisierung. Der sich ändernde Informationsstand im Projektverlauf sowie zusätzliche Leistungsanforderungen implizieren immer auch neue Chancen und Risiken. Daher gibt es auch laufend Interaktionen zwischen den Phasen der Identifikation und der Beurteilung.

Letztere Anforderung bezieht sich auf die proaktive Arbeitsweise des Chancen- und Risikomanagements. Gegenstand der Analysen sind zukünftig mögliche Ereignisse, die vor ihrem Eintreten erkannt werden müssen. Nur so kann, anstatt auf sie reagieren zu müssen, durch Optimierungsmaßnahmen gezielt eingegriffen werden.



Abb. 9: Risikosequenz, nach [43]

Um Chancen und Risiken möglichst vollständig und strukturiert zu sammeln, ist es wichtig, zwischen Ursache, Ereignis und Auswirkung einer Chance bzw. eines Risikos zu unterscheiden. GIRMSCHIED spricht von der „Risikosequenz“, siehe Abb. 9 [43].

Die Ursache ist der Umstand, der ein Ereignis auslöst. „Verursachende Kräfte“ können das Maß an Sicherheitsvorkehrungen, die Qualität der Arbeitskräfte und Maschinen, oder Witterungsbedingungen sein. Die Auswirkung ist die bewirkte Veränderung. Sie wird als Erhöhung (bei Risiken) oder Verringerung (bei Chancen) der Projektkosten und Projektdauer beurteilt. Die Unterscheidung von Ursache und Wirkung ist von Bedeutung, weil zwischen ihnen eine „Phasenverschiebung“ auftreten kann. Dies bedeutet, dass die Ursache einer Chance oder eines Risiko im zeitlichen Projektablauf in einer anderen Phase liegt als die Auswirkung (vgl. dazu die Phasen von Infrastrukturprojekten in Tab. 4) [66].

Diese Unterscheidung ist für eine strukturierte Chancen- und Risikoidentifikation unbedingt erforderlich. Die Zuordnung nach dem „Verursacherprinzip“ macht dem Entscheidungsträger bewusst, wo mögliche Optimierungsmaßnahmen ansetzen sollten. Denn für Risiken gilt, dass die Behebung der Ursache *„wesentlich günstiger und effizienter als die Behebung seiner Wirkung“* ist [66, S.86]. Diese Tatsache ist der Grundsatz jedes proaktiven Chancen- und Risikomanagements.

Die Zuordnung zur Wirkung spiegelt dagegen den tatsächlichen Projektablauf wieder. Zum Beispiel werden Planungsfehler häufig erst in der Ausführungsphase schlagend und verlängern dadurch nicht die Planungs-, sondern die Ausführungsphase.

### **Methoden der Chancen- und Risikoidentifikation**

Das Wissen um die Existenz von Chancen und Risiken ist meist auf Erfahrungen begründet. Die Einbeziehung von Fachleuten und Spezialisten ist in jedem Fall sinnvoll, auch wenn im verantwortlichen Projektteam scheinbar ausreichend Erfahrung vorhanden ist. Entscheidend ist eine vielfältige Mischung der subjektiven Erfahrungen [43, 66].

Methoden der Chancen- und Risikoidentifikation überschneiden sich häufig mit den Methoden der Beurteilung. Sinn der hier vorgenommenen Trennung ist die Vermeidung von vorweggenommenen Risikobewertungen in der Identifikationsphase, die die Gefahr einer Risikounterschätzung mit sich tragen [66]. Weiters ist anzumerken, dass es keine Methode gibt, die sich zur Identifikation aller Arten von Chancen und Risiken eignet. Entscheidend ist daher die sinnvolle Kombination unterschiedlicher Methoden [23]. Tab. 8 gibt einen Überblick über ausgewählte Methoden der Chancen- und Risikoidentifikation.

Das **Pondering** beschreibt eine einfache Methode, bei der über *„Chancen, Gefahren und deren mögliche Ursachen in einem Projekt nachgedacht wird und die Erkenntnisse unstrukturiert zu Papier gebracht werden“* [45, S.148]. Der englische Begriff bedeutet

übersetzt „Grübele“. Es werden nur die Projektunterlagen und ein Blatt Papier benötigt. Pondering wird einzeln ohne weitere Projektbeteiligte durchgeführt.

Tab. 8: Auswahl an Methoden zur Chancen- und Risikoidentifikation

Methoden zur Chancen- und Risikoidentifikation	
Intuitive, unstrukturierte Methoden	Pondering
	Besichtigungsmethode
	Mitarbeiterbefragung
Intuitive, strukturierte Methoden	Brainstorming
	Delphi-Methode (siehe Chancen- und Risikobeurteilung)
Systematische, strukturierte Methoden	Checklisten
	Datenanalyse (Dokumente, Pläne, Literatur, etc.)
	Analyse anhand des Projektstrukturplans
Technische Methoden	Ereignisablaufanalyse
	Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

Zur **Besichtigungsmethode** zählen Baustellenbegehungen und die Besichtigung ähnlicher Bauprojekte. Nützlich kann auch die Besichtigung von Unternehmen sein, die als Erfüllungsgehilfen am Projekt beteiligt sind, um ein Verständnis für deren Chancen- und Risikofaktoren zu bekommen. Vorteil der Methode ist die Betrachtung realer Bauabläufe, so dass Abhängigkeiten zwischen einzelnen Chancen und Risiken leichter erkannt werden können als durch die isolierte Betrachtung am Papier. Außerdem ist das Wissen über mögliche Ursachen oft nur bei Mitarbeitern vor Ort vorhanden, zu denen bei der Baustellenbesichtigung direkter Kontakt besteht [97]. Nicht nur auf der Baustelle, sondern grundsätzlich ist es sinnvoll, projektbeteiligte Mitarbeiter über deren Erfahrungen zu befragen. Sie sind diejenigen, die unmittelbar mit schlagend werdenden Risikofällen konfrontiert werden und Kenntnisse über Optimierungspotentiale einzelner Abläufe besitzen. Obwohl Mitarbeiterbefragungen intuitive Lösungsvorschläge liefern, ist darauf hinzuweisen, dass die Ergebnisse strukturiert zu dokumentieren sind, um sie dem weiteren Prozess zugänglich zu machen.

Beim **Brainstorming** sucht eine Gruppe von Personen gemeinsam nach Chancen und Risiken des Projektes. Es handelt sich um einen moderierten Workshop, bei der alle Ideen

aufgegriffen und gemeinsam weiterentwickelt werden. Eine erfolgreiche Gestaltung des Brainstormings bedarf der Beachtung folgender vier Regeln:

- Kreativität und freier Gedankenfluss sind willkommen, auch wenn Ideen unproduktiv erscheinen.
- Kritik ist während der Sitzung nicht erlaubt.
- Die Kombination und das Aufgreifen von Ideen sind gefragt, um sie weiterzuentwickeln.
- „Quantität vor Qualität“: Mehr Ideen steigern die Chance zur Lösungsfindung.

Beim Brainstorming bekommen die Teilnehmer die Möglichkeit, in lockerer Atmosphäre kreativ zu sein und quer zu denken. Durch den Einsatz von Flipcharts oder Wandkärtchen werden schnell sichtbare Ergebnisse. Eine effiziente Moderation durch eine „im Management von Gruppendynamiken geschulte Person“ ist wichtig, damit starke Persönlichkeiten andere nicht davon abhalten, Beiträge zu liefern [51].

RISIKOART	Bemerkung Erläuterung Risikoursache	Risiko- sphäre	Maßnahmen erforderlich ??	Verant- wortlicher	RISIKOBEWERTUNG			
					Eintritts- wahrschein- lichkeit W (Pkt.)	Auswirkung Kosten (Pkt.)	Auswirkung Zeit (Pkt.)	RISIKO
Klassifizierung: <5> = sehr hoch bis <1> = sehr niedrig					Kosten R=WxSK	Zeit R=WxSZ		

Abb. 10: Beispiel für den Aufbau einer Risiko-Checkliste, aus [105, S.4]

**Checklisten** enthalten eine Zusammenstellung der einzelnen Chancen und Risiken basierend auf den Erfahrungen vergangener Projekte. Das aktuelle Projekt wird mithilfe der vorgefertigten Liste überprüft. Die Checkliste ist einfach zu handhaben und hilft, häufig auftretende Chancen und Risiken nicht zu vergessen. Als Gedächtnisstütze ist sie aber weder vollständig, noch ersetzt sie die eigenständige Denken der Verantwortlichen [116]. Sie eignet sich auch nicht, gegenseitige Abhängigkeiten von Chancen und Risiken und komplexe Zusammenhänge zu erfassen [105]. Die gesammelten Chancen und Risiken werden strukturiert den Arbeitspaketen zugeordnet und in Anlehnung an den Projektstrukturplan nummeriert. In dieser Form eignet sich die adaptierte Checkliste als projektspezifische Sammelliste, mit der die einzelnen Chancen und Risiken gebündelt den weiteren Teilprozessen des Chancen- und Risikomanagements zugeführt werden können. Im weiteren Projektverlauf kann die verantwortliche Person aufgrund neuer Erkenntnisse die Checkliste laufend ergänzen. Häufig sind in den Checklisten schon Angaben zur Chancen- und Risikobeurteilung integriert (siehe Abb. 10).

Unter **Datenanalyse** ist das Studium vorhandener Pläne, technischer Unterlagen, Leistungsverzeichnissen, relevanter Fachliteratur, Rechtsnormen oder aufbereiteter Unterlagen vergangener Projekte zu verstehen. Letzteres unterstreicht die Bedeutung einer vollständigen Dokumentation im aktuellen Projekt als Informationsgrundlage für zukünftige Vorhaben.

Bei der Analyse des **Projektstrukturplans** werden die Arbeitsbereiche systematisch hinsichtlich möglicher Zielabweichungen durchleuchtet. Dabei findet die sogenannte „Top-down Strategie“ Anwendung. Es wird mit der Identifikation von Chancen und Risiken zunächst auf Ebene des Gesamtprojektes begonnen und der Prozess dann gemäß den hierarchischen Stufen des Projektstrukturplanes vertieft. So wird ausgeschlossen, dass ganze Arbeitspakete bei der Chancen- und Risikoidentifikation vergessen werden. Gegenstück der „Top-down-Strategie“ ist die „Bottom-up-Strategie“, die bei den kleinsten Elementen des Projektes beginnt und sich besser für die genaue Analyse einzelner Chancen und Risiken eignet. In der Praxis ist einer strenge Trennung dieser Begrifflichkeiten kaum möglich, entscheidend ist die sinnvolle Kombination verschiedener Methoden [105].

Die **Ereignisbaumanalyse** und auch die **Fehlerbaumanalyse** untersuchen mögliche Ereignisse (Fehler) hinsichtlich deren Ursachen und geben so Aufschluss über das Verhalten eines Systems. Die Verknüpfungen und Komponenten werden in einem Ereignisbaum (Fehlerbaum) grafisch dargestellt. Ausgehend von einem identifizierten Risiko werden die verantwortlichen Ursachen und deren Zusammenhänge ermittelt, um möglichst viele Einflussfaktoren der Risikoentstehung aufzudecken. Hingegen untersucht die **Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)** vorrangig die Wirkungen von erkannten Risikopotentialen [70]. Ein System wird in Einzelkomponenten zerlegt und die Auswirkungen möglicher Fehler der Einzelkomponenten analysiert. Die FMEA trägt mithilfe einer strukturierten und transparenten Dokumentation dazu bei, dass mögliche Fehlerquellen in einem System früh gefunden werden. „Failure Mode“ meint darin potentielle Fehler, „Effects“ deren Auswirkungen, es handelt sich also um eine klassische Methode der Risikoidentifikation. Bei WERDICH steht die Abkürzung FMEA humorvoll auch für *„Fehler machen eigentlich alle“* und *„Für mich eine gute Absicherung“* [115, S.1]. Er weist damit darauf hin, dass mögliche Zielabweichungen unvermeidbar sind. Entscheidend ist deren Erkennung und Optimierung.

### B.2.3 Chancen- und Risikobeurteilung

Die in der Identifikationsphase erkannten Chancen und Risiken müssen nun einer Beurteilung unterzogen werden. Generell gilt:

*Jede erkannte Chance und jedes erkannte Risiko muss bewertet werden.*

Folgende Aufgaben sind in der Beurteilungsphase zu erfüllen:

- Ermittlung der erwarteten Höhe einzelner Chancen und Risiken. Dies erfolgt entweder qualitativ mit Bewertungsmaßstäben oder, für die potentielle Auswirkung auf Projektdauer und Projektkosten, durch Angabe in Zeit- bzw. Geldeinheiten<sup>3</sup>.
- Klassifizierung und Prioritätenreihung der einzelnen Chancen und Risiken. Dies dient als Entscheidungsgrundlage in der Frage, welche Chancen und Risiken durch das Setzen gezielter Maßnahmen später optimiert werden.
- Ermittlung des erwarteten Gesamtausmaßes der Chancen und Risiken auf die Projektkosten und die Projektdauer.

Chancen und Risiken sind das Produkt ihres Ausmaßes und ihrer Eintretenswahrscheinlichkeit, siehe Abb. 11. Unter Ausmaß versteht sich die Höhe der Auswirkung einer Chance oder eines Risikos auf bestimmte Kriterien. Zum Beispiel handelt es sich im Falle einer Chance etwa um eine mögliche Reduktion der Projektkosten. Chancen und Risiken können als Erwartungswert ihres Ausmaßes interpretiert werden. Sie tragen demnach die Einheit ihres Ausmaßes, im genannten Fall Geldeinheiten.



**Abb. 11: Chancen- und Risikodefinition**

Bei der Beurteilung werden die Faktoren Eintretenswahrscheinlichkeit und Ausmaß getrennt betrachtet. Diese Entkoppelung ermöglicht eine transparentere Abschätzung. Für beide Faktoren gilt jedoch, dass die im Zukunftsbezug begründete unvollständige Informationslage die Beurteilung sehr schwierig macht. Mögliche Abschätzungsmethoden sind die statistische Auswertung empirischer Datensätze oder Expertenschätzungen. Erstere erfordern Datenmengen mit hinreichendem Umfang, denen Situationen mit gleichen bzw. sehr

<sup>3</sup> Neben der Auswirkung auf Projektkosten und -dauer können auch andere Wirkungen, zum Beispiel auf Funktionalität oder Sicherheit, betrachtet werden.

ähnlichen Rahmenbedingungen zugrundeliegen. Für komplexe Einzelprojekte, wie jene des Infrastrukturbaus, sind diese jedoch nur selten vorhanden. GIRMSCHEID führt als einziges Anwendungsbeispiel die Serienproduktion von Fertigteilen, etwa Tübbinge, an. Daher kommt der Expertenschätzung besondere Bedeutung zu [43].

### **Die Delphi-Methode als mögliche Chancen- und Risikobeurteilung durch Experten**

Zur Beurteilung von Chancen und Risiken durch Expertenschätzung gibt es verschiedene Methoden. Um eklatante Fehleinschätzungen zu vermeiden, werden immer mehrere Personen befragt. Gemeinsam ist allen Methoden, dass die Qualität des Ergebnisses nur so gut ist wie die der Schätzung. Unabhängig von den weiteren Bearbeitungsschritten (grafische Darstellung, Software-Auswertung, etc.) ist das Ziel der Expertenschätzung die Ermittlung von Eintretenswahrscheinlichkeit und Ausmaß der identifizierten Chancen und Risiken. Expertenschätzungen können in Kommunikationsrunden oder durch schriftliche Beurteilung erfolgen. Als eine mögliche Methode wird auf die Delphi-Methode näher eingegangen.

Allgemein kann unter der Delphi-Methode *„ein Verfahren verstanden werden, bei dem in einem iterativen Prozess Expertenurteile zu einer bestimmten Fragestellung ermittelt werden“* [91, S.11]. Delphi-Befragungen werden in der Literatur primär als Mittel zur gezielten Steuerung von Gruppendynamiken und zur verbesserten Erfassung von Gruppenmeinungen gesehen [47]. Es werden Sachverhalte analysiert, über die *„unsicheres und unvollständiges Wissen existiert“* [91, S.11]. Insofern fällt die Chancen- und Risikobeurteilung in das Anwendungsgebiet der Delphi-Methode.

Die klassische Delphi-Methode, aus der unterschiedliche Modifikationen entstanden sind, läuft in folgenden Arbeitsschritten ab [91]:

- Schritt 1:  
Entwicklung eines Fragebogens. Dieser beinhaltet auch die Abfrage der subjektiven Sicherheit der Experten bei der Beantwortung der eigentlichen Sachfrage.
- Schritt 2:  
Verschicken des Fragebogens und Beantwortung durch die Experten.
- Schritt 3:  
Auswertung des Fragebogens mit Durchschnittswerten, Extremwerten und Varianzen.
- Schritt 4:

Rücksendung des ursprünglichen Fragebogens inklusive der Auswertung an die Experten. Um Beeinflussungen durch Status und Seniorität zu vermeiden, werden alle Antworten anonym gehalten. Die Experten werden gebeten, die Gruppenauswertung als Korrektiv in ihre eigene Beantwortung einfließen zu lassen. So wird die Varianz der Ergebnisse reduziert und die kollektive Urteilssicherheit erhöht.

- Schritt 5:  
Iterative Wiederholung der Schritte 2,3 und 4, bis die Experten keine Änderungen mehr vornehmen.

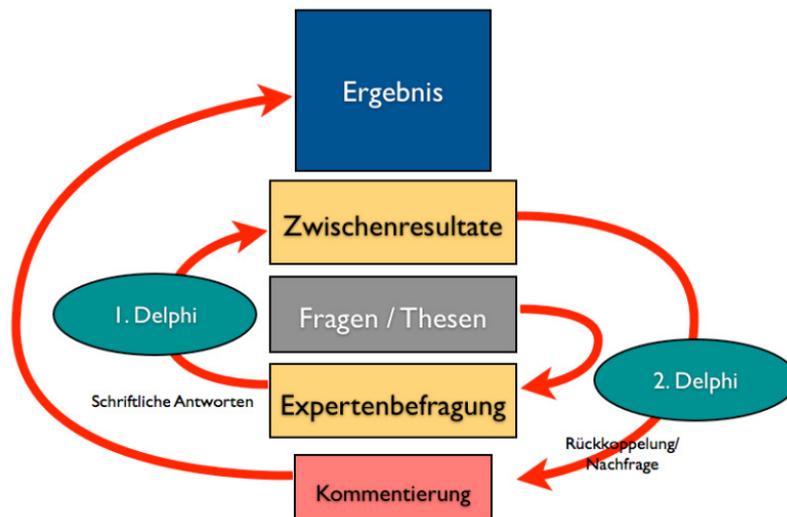


Abb. 12: Prozess der Delphi-Methode, aus [54]

Abb. 12 fasst die einzelnen Schritte nochmals zusammen. Grundsatz der Delphi-Methode ist, dass die aggregierte Gruppenaussage der Mehrheit der einzelnen Expertenaussagen überlegen ist. Ein gravierender Nachteil der klassischen Delphi-Methode liegt darin, dass die Begründung der Urteile fehlt [92]. Vor allem bei Antworten, die stark vom gemeinsamen Durchschnitt abweichen, gibt eine Begründung genauere Aufschlüsse. Durch Integration einer gemeinsamen Gruppendiskussion in den klassischen postalischen Abwicklungsweg kann auf diese Themen eingegangen werden. Insgesamt ist die Delphi-Methode ein unverzichtbares Instrument eines systematischen, auf Kommunikation basierenden Chancen- und Risikomanagements [42].

### Qualitative und semiquantitative Chancen- und Risikobeurteilung

Die qualitative bzw. semiquantitative Einschätzung ist der erste Schritt der Chancen- und Risikobeurteilung und filtert wesentliche Chancen und Risiken [106]. Im einfachsten Fall werden Eintrittswahrscheinlichkeit und Ausmaß mit Attributen wie „klein“, „mittel“ und „groß“

beurteilt. In dieser Form können sie in einer Matrix, der sogenannten Chancen- und Risikolandschaft, dargestellt werden. Die Eintrittswahrscheinlichkeit wird dabei auf der x-Achse, das Ausmaß auf der y-Achse aufgetragen (siehe Abb. 13) [103].

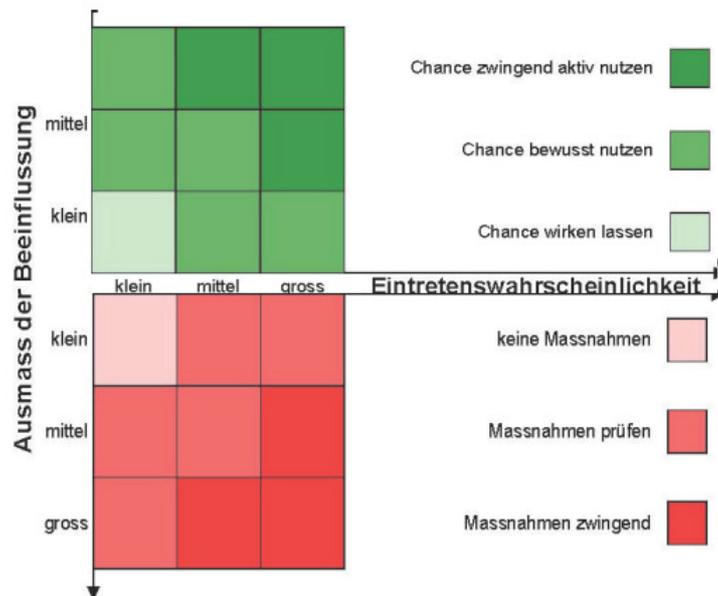


Abb. 13: Chancen- und Risikoportfolio, aus [109, S.123]

Tab. 9: Bewertungsmaßstab für das Ausmaß von Chancen, aus [112, S.90]

Kriterium	Interpretation
Lukrativ	Gesamtheitliche, positive Entwicklung des Projekts Nachhaltige Wirkung
Günstig	Wichtige Projektteile verbessern sich deutlich
Spürbar	Einzelne, teils untergeordnete Bereiche können sich verbessern
Gering	Potential liefert mäßige positive Veränderungen Aufwand für Weiterverfolgung gering halten
Unbedeutend	Angesichts der Größe des Projektes vernachlässigbar Keine bis sehr geringe Auswirkungen

Im Infrastrukturbau findet auch eine feinere, fünfstufige Skala Anwendung. Die ONR 49002-2 schlägt dafür mögliche verbale Bewertungsmaßstäbe für Risiken vor. WALDAUER hat daraus einen Bewertungsmaßstab für Chancen abgeleitet [112]. Für das Ausmaß von Chancen und Risiken sind diese Skalen in

Tab. 9 und Tab. 10 skizziert. In analoger Weise wird die Eintrittswahrscheinlichkeit in fünf Stufen von „unwahrscheinlich“ bis „häufig“ gegliedert. Das Ergebnis der Abschätzung lässt sich ebenfalls in eine Matrix eintragen (Abb. 13). Als Beispiel sind in Abb. 14 drei Chancen in einer Chancenmatrix lokalisiert. Wichtig ist das Bewusstsein, dass eine feinere Unterteilung in kleinere Stufen die Qualität des Abschätzungsergebnisses nicht erhöht. Dies kann nur durch Wissen und Erfahrung mit den betroffenen Bauabläufen erfolgen.

Tab. 10: Bewertungsmaßstab für das Ausmaß von Risiken, aus [13, S.19]

Kriterium	Interpretation
Katastrophal	Gesamtheitliche, negative Wirkung des Projekts Existenzbedrohende Wirkung
Kritisch	Wichtige Projektteile verschlechtern sich deutlich
Spürbar	Einzelne, teils untergeordnete Bereiche können sich verschlechtern
Gering	Potential liefert mäßige negative Veränderungen Aufwand für Weiterverfolgung gering halten
Unbedeutend	Angesichts der Größe des Projektes vernachlässigbar Keine bis sehr geringe Auswirkungen

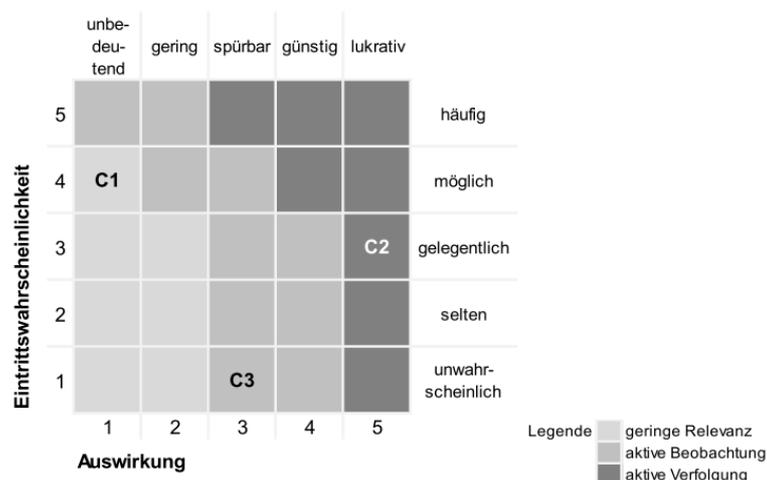


Abb. 14: Chancenmatrix zur Visualisierung des Ergebnisses der Abschätzung, aus [112, S.91]

Zusammenfassend ist die qualitative Chancen- und Risikobeurteilung als einfaches Mittel zur ersten Einschätzung zu sehen. Die Darstellungsform in einer Matrix (auch Chancen- und Risikoportfolio oder Chancen- und Risikolandschaft genannt) ist die geeignetste Form zur Visualisierung der Ergebnisse. Ihr Vorteil ist, dass neben der Gesamthöhe auch die beiden

Faktoren Ausmaß und Eintretenswahrscheinlichkeit klar ersichtlich sind. Jede Beschreibung oder Übersicht über gesammelte Chancen und Risiken, zum Beispiel sogenannte Chancen- und Risikoblätter, sollen daher diese Matrizen beinhalten.

### Quantitative Chancen- und Risikobeurteilung

Die quantitative Beurteilung erfasst die potentielle Auswirkung von Chancen und Risiken auf die Projektkosten und die Projektdauer in absoluten Zahlen. Die Angabe erfolgt sinngemäß in Zeit- und Geldeinheiten. Erst durch die quantitative Erfassung werden die potentiellen Auswirkungen auf Kosten und Termine in Bezug auf das Gesamtprojekt deutlich.

Vorweg ist darauf hinzuweisen, dass die Bewertung der Chancen und Risiken ohne die Berücksichtigung eventueller Optimierungsmaßnahmen erfolgen muss. Die finanzielle Auswirkung von Chancen und Risiken ist strikt von den Aufwendungen für jene Maßnahmen zu trennen, die das Eintreten dieser Chancen fördern bzw. das der Risiken verhindern. Ansonsten kann es passieren, dass ein Teil der Risikokosten bereits in Form von Maßnahmen in einzelnen Leistungspositionen „versteckt“ ist [43].

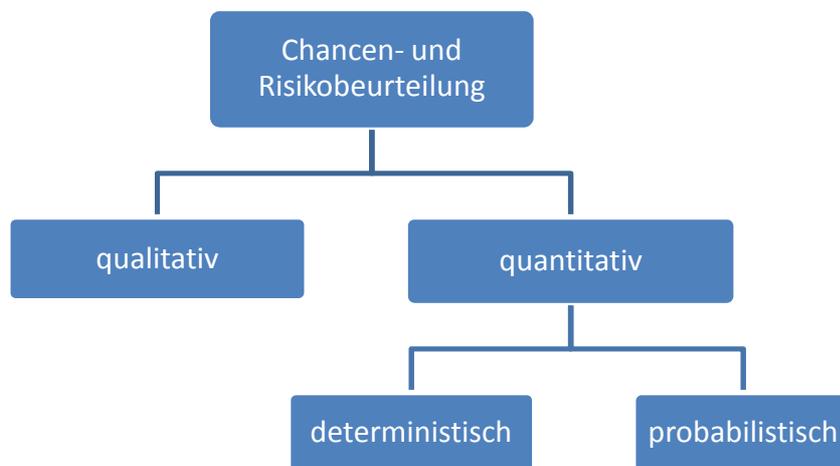
Tab. 11: Methoden der quantitativen Chancen- und Risikobeurteilung

Methoden	Zweck	Beispiel
<b>Abschätzungsmethoden</b>	Ermittlung von Ausmaß und Eintretenswahrscheinlichkeit	Expertenschätzung (z.B. Delphi-Methode)
<b>Auswertungsmethoden</b>	Statistische Analyse Simulation	Monte-Carlo-Simulation

Bei den angewandten Methoden wird in dieser Arbeit zwischen Abschätzungs- und Auswertungsmethoden unterschieden, siehe Tab. 11. Erstere haben den Zweck, Chancen und Risiken bzw. deren Ausmaß und Eintretenswahrscheinlichkeiten quantitativ abzuschätzen. Da dafür in jedem Fall Erfahrung und genaue Kenntnisse über das Projekt und die Bauabläufe erforderlich sind, reduzieren sich die geeigneten Methoden auf jene der Expertenschätzung. Eine mögliche Vorgehensweise, die sogenannte Delphi-Methode, wird oben näher beschrieben. Die so ermittelten Werte lassen sich danach systematisch analysieren. Statistische Kenngrößen können abgeleitet und Überlagerungen von Einzelchancen- und Risiken simuliert werden. Die dabei angewandten Methoden erfordern weniger baupraktisches, sondern mathematisch-analytisches Wissen und Kenntnisse im Umgang mit Software- und Simulationsprogrammen. Sie werden hier als

Auswertungsmethoden bezeichnet. Als häufig eingesetzte Methode ist die Monte-Carlo-Simulation zu nennen.

Bei der quantitativen Chancen- und Risikobewertung wird generell zwischen deterministischen und probabilistischen Verfahren unterschieden (vgl. Abb. 15). Im deterministischen Fall gibt es für Ausmaß und Eintretenswahrscheinlichkeit jeweils einen Schätzwert. Das Produkt ist der Erwartungswert der Chance bzw. des Risikos. Das Gesamtunsicherheit kann durch einfache Addition aller Einzelchancen und -risiken berechnet werden. Sinnvoll ist, Chancen mit einem positiven und Risiken mit einem negativen Vorzeichen zu behaften [86].



**Abb. 15: Übersicht über die Chancen- und Risikobewertung**

Chancen und Risiken können aber nicht nur durch einzelne Werte, sondern durch Wirkungsbreiten angegeben werden. Dies wird in probabilistischen Verfahren umgesetzt. Die Wirkungsbreite kann durch eine Rechtecks-, Dreiecks-, Normal- oder einer anderen statistischen Verteilung abgebildet werden [23]. Die Angabe in Bandbreiten erschwert den rechentechnischen Umgang, ist aber hilfreich, um realistische Ergebnisse liefern zu können. Der komplexe Projektablauf und der unvollständige Informationsstand machen es unmöglich, für Tragweite und Eintretenswahrscheinlichkeit einen exakten Wert anzugeben. Daher ist die Angabe von Bandbreiten sinnvoller und transparenter, obwohl selbstverständlich auch diese schwierig und nur approximativ möglich ist.

Bei den probabilistischen Verfahren werden häufig Dreiecksverteilungen (siehe Abb. 16) angewendet. Sie haben ein endliches Verteilungsintervall und können allein durch Angabe des kleinsten, größten und des wahrscheinlichsten Wertes eindeutig beschrieben werden.

So können sie auch bei unvollständigen Daten eingesetzt werden und dienen oft als gute Approximation für andere Verteilungen [57]. Sie findet daher im Projektmanagement häufig Anwendung. In der Chancen- und Risikobeurteilung dient die Dreiecksverteilung meist zur Beschreibung des Ausmaßes. Statt eines einzigen deterministischen Wertes schätzen die Experten drei Werte. Beispielsweise ist für ein Risiko neben der erwarteten Schadenshöhe auch die maximale („Worst Case Szenario“) sowie die minimale Schadenshöhe anzugeben. Analoges gilt für die zeitliche Auswirkung und für die Bewertung von Chancen. Die Methode wird auch als Dreipunktschätzung bezeichnet [86].

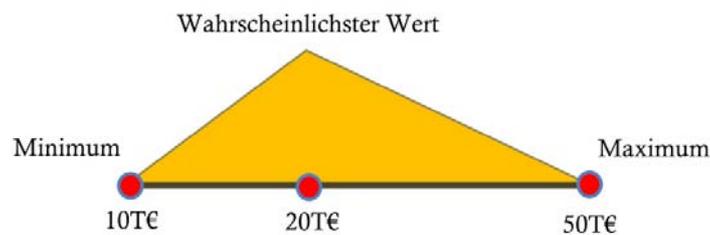


Abb. 16: Dreiecksverteilung für das Ausmaß von Chancen und Risiken, aus [86, S.113]

Wird das Ausmaß durch eine bestimmte statistische Verteilung beschrieben und mit einem deterministischen Wert für die Eintrittswahrscheinlichkeit multipliziert, so besitzt das Produkt die gleiche Verteilung. Wird jedoch für die Eintretenswahrscheinlichkeit ebenfalls eine Verteilung gewählt, steigt der Aufwand für die Berechnung. Selbiges gilt für die Überlagerung der einzelnen Chancen und Risiken zur Berechnung einer Gesamtunsicherheit. Die Problemstellungen werden in der Praxis mit Simulations-Softwareprogrammen gelöst. Deren theoretische Grundlage soll kurz erläutert werden.

### Die Monte-Carlo-Simulation zur numerischen Analyse von Chancen und Risiken

Kernstück der Monte-Carlo-Simulation ist die Erzeugung künstlicher, zufälliger Stichproben anhand von Zufallszahlen, um bestimmte Zusammenhänge zu simulieren. Es wird versucht, mithilfe der Wahrscheinlichkeitstheorie analytisch nicht oder nur aufwendig lösbare Probleme numerisch zu lösen. Ziel im hier dargestellten Anwendungsfall der Chancen- und Risikobeurteilung ist die Ermittlung der Gesamtunsicherheit eines Projektes, das heißt die Aggregation aller Einzelchancen und –risiken [90].

Bevor die eigentliche Simulation durchgeführt werden kann, müssen im ersten Schritt für die zu simulierenden Parameter statistische Kenngrößen ermittelt werden [66]. Damit ist die oben erläuterte Ermittlung von Dreiecksverteilungen für die einzelnen Chancen und Risiken gemeint. Während eines Simulationsdurchlaufes wird für jeden Inputparameter seiner Wahrscheinlichkeitsverteilung entsprechend ein zufallsbasierter Wert erzeugt. Diese

Stichprobe repräsentiert ein in der Realität mögliches Szenario. Für die einzelnen Chancen und Risiken wird jeweils eine mögliche Wertausprägung generiert, deren Summe ist das Gesamtunsicherheitspotential für dieses eine Szenario.

Die oftmalige Wiederholung des Simulationsschrittes liefert als Ergebnis der Monte-Carlo-Simulation eine Häufigkeitsverteilung des Gesamtunsicherheitspotentials. Mit der Anzahl der Wiederholungen wächst die Qualität des Ergebnisses, in der Praxis sind mehrere tausend Iterationen üblich. Abb. 17 skizziert den Ablauf einer zweistufigen Monte-Carlo-Simulation, bei der Einzelrisiken zuerst zu Risikogruppen und danach zum Gesamtrisiko-Potential aggregiert werden. Ersichtlich ist auch, dass sich die Häufigkeitsverteilung des Gesamtrisikopotentials gemäß dem zentralen Grenzwertsatz der Verteilungsdichte einer Normalverteilung annähert. Die Annäherung steigt mit der Anzahl der zu aggregierenden Einzelrisiken, unabhängig von deren Verteilungsdichten. Aus der Summenhäufigkeit kann abgelesen werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bestimmtes Gesamtunsicherheitspotential erwartet wird. Das Gesamtunsicherheitspotential trägt wiederum die Einheit der Einzelchancen und –risiken, je nach Betrachtung Geld- oder Zeiteinheiten [59, 86].

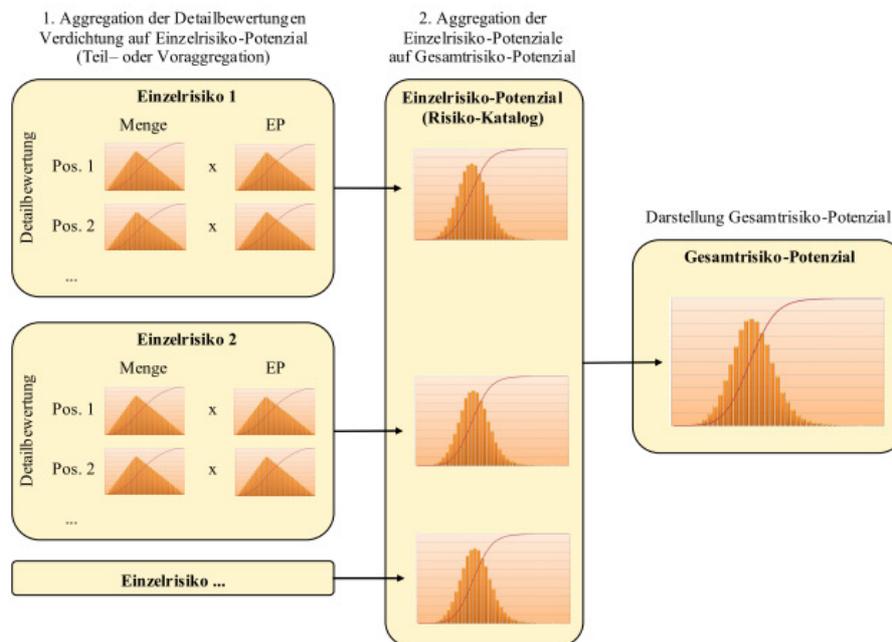


Abb. 17: Aggregation der Einzelrisiken zum Gesamtrisikopotential, aus [86, S.140]

Theoretischer Hintergrund der Monte-Carlo-Simulation ist die Generierung von gleichverteilten Zufallszahlen im Intervall  $[0; 1]$ . Verwendet werden Pseudozufallsgeneratoren basierend auf unterschiedlichen Algorithmen. Eine der ersten war die Mid-Square-Methode von John von Neumann, heute finden unterschiedliche Methoden

Anwendung. Pseudozufallszahlen sind reproduzierbar und aufgrund des deterministischen Algorithmus voneinander abhängig, sollen aber zufällig „erscheinen“ und damit bei der Simulation anwendbar sein. Sie sind qualitativ hochwertig, wenn sie sich erst nach sehr langen Zyklen wiederholen. Für die oben beschriebene Ziehung einer Stichprobe wird die vom Zufallsgenerator gezogene gleichverteilte Zufallszahl aus dem Intervall [0; 1] in die gewünschte Dreiecksverteilung transformiert. Der ermittelte Wert ist eine mögliche Realisierung aus der Dreiecksverteilung [57, 66].

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Monte-Carlo-Simulation ein wichtiges Werkzeug der quantitativen Chancen- und Risikobeurteilung ist. Sie ist kein eindeutig festgelegter Algorithmus und kann durch Adaption an viele Problemstellungen angepasst werden.. Durch leistungsfähige Softwarepakete sind viele Simulationsschritte durchführbar und genaue Ergebnisse zu erzielen.

### Abschluss der Beurteilungsphase: Die Chancen- und Risikoklassifizierung

Die Chancen- und Risikoklassifizierung stellt die Schnittstelle zwischen der Beurteilung und der Bewältigung von Chancen und Risiken dar. Sie fasst das Ergebnis der Beurteilungsphase zusammen und dient als Entscheidungsgrundlage in der Frage, welche Chancen und Risiken durch das Setzen gezielter Maßnahmen später optimiert werden [43].

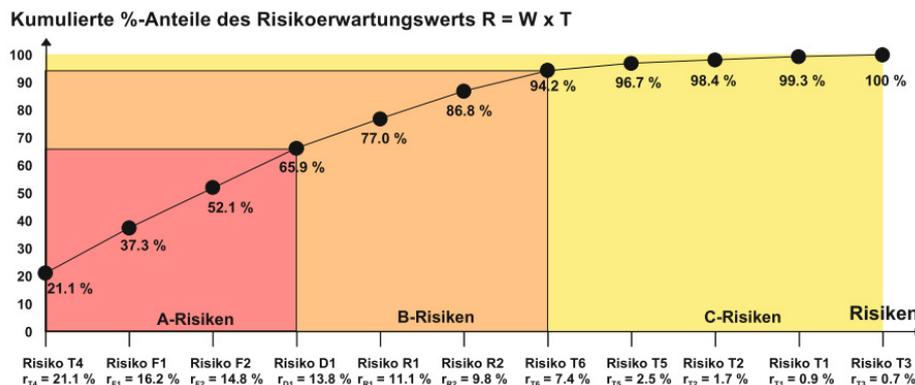


Abb. 18: ABC-Analyse für Risiken, aus [43, S.764]

Vorrangige Bedeutung haben die bei der quantitativen Beurteilung ermittelten potentiellen finanziellen und zeitlichen Auswirkungen der Chancen und Risiken. Unsicherheiten mit großer Auswirkung sind bedeutender für das Projekt als jene mit geringer Auswirkung. Aufgabe der Klassifizierung ist es, Chancen und Risiken „nach der Behandlungsbedürftigkeit zu sortieren“, so dass sich die folgenden Teilprozesse auf die wesentlichen Faktoren konzentrieren können [43, S.762]. Eine geeignete, einfache Methode ist die ABC-Analyse, die Chancen und Risiken jeweils nach der Größe ihres Erwartungswertes reiht, siehe Abb.

18. Nach GIRMSCHEID haben sich bei der Grenzziehung „für die kumulierten Risikoerwartungswerte folgende Prozentzahlen durchgesetzt“: Die „sehr behandlungsbedürftigen“ A-Risiken machen ca. 70% der Gesamtsumme aus, B-Risiken 20%, 10% verbleiben auf den „weniger behandlungsbedürftigen“ C-Risiken [43, S.765].

Abschließend ist zu betonen, dass in der quantitativen Beurteilung die Information verloren geht, wie sich der Wert einer Chance oder eines Risikos zusammensetzt. Die Planung und Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen erfordert aber unbedingt genaue Kenntnisse über das potentielle Ausmaß und die Eintretenswahrscheinlichkeit. Die individuelle Charakteristik der Chancen und Risiken hat maßgebenden Einfluss auf die Maßnahmenplanung. Daher hat der Chancen- und Risikokatalog bzw. die Sammeliste als Ergebnis der Beurteilungsphase auch qualitative Beschreibungen (Matrizendarstellung) zu enthalten.

#### B.2.4 Chancen- und Risikooptimierung

Die Phase der Chancen- und Risikooptimierung hat zum Ziel, das Eintreten von Chancen aktiv zu forcieren und die schädigende Auswirkung von Risiken zu reduzieren. Das Projektteam entscheidet, wie mit den identifizierten und bewerteten Chancen und Risiken umgegangen wird. Der Prozess umfasst folgende Schritte [43]:

- Prüfen der Chancen und Risiken auf Handlungsalternativen
- Entscheidung für eine Handlungsalternative
- Realisierung der Handlungsalternative, das heißt Ergreifen der erforderlichen Maßnahmen

Genauso wie Chancen und Risiken können Maßnahmen erst dann gehandhabt werden, wenn sie bekannt sind. Daher ist es zunächst erforderlich, systematisch nach allem zu suchen, was zur Optimierung einer Chance oder eines Risikos beiträgt. Für die Umsetzung gilt generell der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit: der Aufwand für Maßnahmen darf die potentielle Wirkung der bearbeiteten Chancen und Risiken nicht übersteigen. Das Ergebnis der Maßnahmenplanung soll in Chancen- und Risikooptimierungsplänen dokumentiert werden. Diese sollen die folgenden Informationen enthalten [6]:

- Gründe für die Maßnahmenauswahl einschließlich des erwarteten Nutzens
- Verantwortliche für die Umsetzung des Plans
- Vorgeschlagene Aktionen
- Erforderliche Ressourcen
- Anforderungen an die Berichterstattung und Überwachung
- Zeit- und Umsetzungsplan

In den vorigen Phasen der Identifikation und der Beurteilung wurden Chancen und Risiken bisher ident betrachtet. Die angewandten Methoden und Techniken lassen dies zu. Die Vorgangsweise steht im Einklang mit der gemeinsamen, einheitlichen Begriffsdefinition als mögliche Zielabweichung (vergleiche dazu Kapitel B.1.1). In der Optimierungsphase werden nun zur Bewältigung von Chancen und Risiken im Detail unterschiedliche Ansätze verfolgt. Für Risiken gibt es eine stufenweise Umsetzungsstrategie mit den Möglichkeiten, Risiken entweder zu vermeiden, zu vermindern, jemand anderen zu übertragen oder selbst zu tragen. Das Chancenmanagement bietet nur für die erste Option einen vergleichbaren Ansatz, nämlich eine Chance (gänzlich) zu nutzen. Abb. 19 skizziert das Prinzip der Chancen- und Risikooptimierung [113].

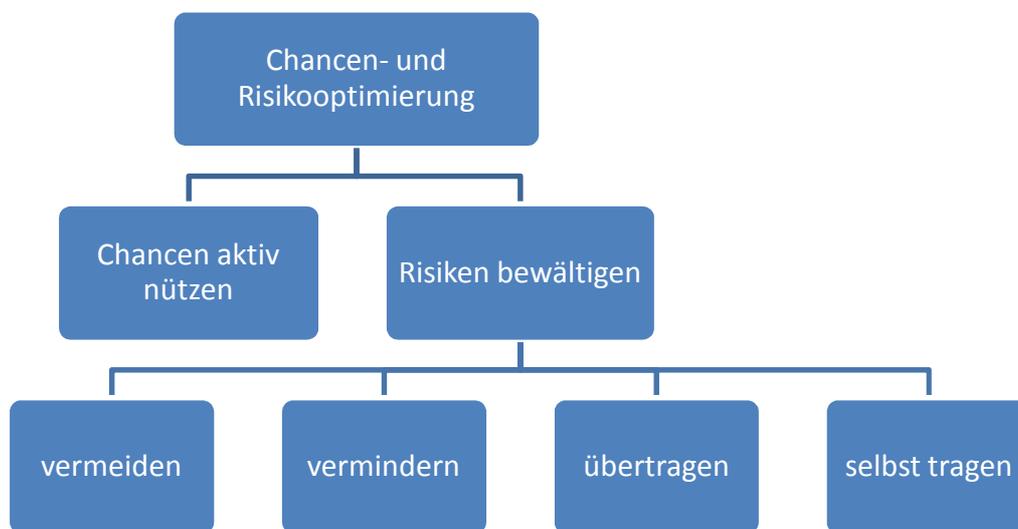


Abb. 19: Handlungsmöglichkeiten der Chancen- und Risikooptimierung

Allgemein unterscheidet sich das Management von Chancen von jenem der Risiken durch den Blickwinkel der Betrachtungsweise. Chancen sind grundsätzlich nur aus einer positiven Perspektive zu erkennen und zu realisieren. Es muss innovativ nach Möglichkeiten gesucht werden, wie ein Projekt verbessert und Bauabläufe positiv beeinflusst werden können. Nicht genutzte Chancen sind kaum zu identifizieren. Dagegen können Risiken auch ohne Identifikation und ohne gezielte Maßnahmen schlagend werden. Sie sind im Rückblick leichter nachzuvollziehen. Diese Überlegungen seien an dieser Stelle der Arbeit eingefügt, um auf die besonderen Charakteristika der Chancenoptimierung hinzuweisen. Der Umgang mit Risiken hat längere Tradition - zur Realisierung von Chancen bedarf es einer geänderten Sichtweise. Aus den genannten Gründen wird die Optimierung von Risiken und Chancen nachfolgend getrennt behandelt [113].

**Risikobewältigung – vermeiden, vermindern, verteilen, akzeptieren.**

Angangsbasis der Risikobewältigung ist die Risikoklassifikation der Beurteilungsphase. Sie teilt die bewerteten Risiken in Hauptrisiken, die nun aktiv bewältigt werden sollen, und Kleinrisiken, die nicht behandelt werden. Gleichzeitig muss bewusst sein, dass nicht identifizierte Risiken ebenfalls nicht behandelt werden. Diese besitzen oft eine sehr kleine Eintretenswahrscheinlichkeit, können aber gravierende Folgen haben (vergleiche dazu die einführenden Erläuterungen in Kapitel B.2.2).

Tab. 12 stellt die Ausgangslage für die Risikobewältigung dar.

**Tab. 12: Ausgangslage für die Risikooptimierung, in Anlehnung an [102]**

Hauptrisiken	Kleinrisiken	Nicht identifizierte Risiken
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifiziert</li> <li>▪ Bewertet</li> <li>▪ Zu behandeln</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifiziert</li> <li>▪ Bewertet</li> <li>▪ Nicht zu behandeln</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nicht identifiziert</li> <li>▪ Nicht bewertet</li> <li>▪ Nicht behandelt</li> </ul>

Die Fachliteratur unterscheidet teilweise zwischen aktiven und passiven Risikomaßnahmen. Aktive Maßnahmen werden als „Eliminationsmaßnahmen“ bezeichnet und vorbeugend getroffen. Der Entscheidungsträger greift in Erwartung einer negativen Abweichung vom Projektziel aktiv in den Projektablauf ein und setzt Maßnahmen, um das Eintreten des Risikos zu verhindern. Hingegen wird bei passiven Maßnahmen ein Risiko akzeptiert und erst im Eintrittsfall nachträglich darauf reagiert. Sie werden deswegen auch „Kompensationsmaßnahmen“ genannt. Der Entscheidungsträger geht vom planmäßigen Projektablauf aus. In dieser Definition ist den passiven Maßnahmen zu unterstellen, dass sie den Grundsätzen des Chancen- und Risikomanagements widersprechen. Die Kritik richtet sich gegen die Charakteristik, dass passiv reagiert wird anstatt proaktiv Maßnahmen zu setzen. Es wird nachträglich anstatt frühzeitig gehandelt und der planmäßige Projektablauf „erhofft“. Diese Strategie sollte scheinbar nur bei der oben erläuterten Kategorie der Kleinrisiken Anwendung finden. Trotzdem sind passive Maßnahmen Teil eines systematischen, aktiven Risikomanagements; unter der Bedingung, dass sie das Ergebnis bewusst getroffener Entscheidungen sind. Dies kann der Fall sein, wenn es zeitlich und wirtschaftlich günstiger ist, die Folgen eingetretener Risiken zu beheben, als vorher aufwendige Maßnahmen zu setzen. Bedingung dafür ist die vorausschauende Planung und die Klärung von Verantwortlichkeiten im Eintrittsfall. In dieser Form sind passive Maßnahmen eine wichtige und sinnvolle Option für die Risikobewältigung. Die Vorgehensweise gehört zur Strategie der Risikoakzeptanz. Im Folgenden soll ein Überblick über die weiteren Strategien der Risikobewältigung gegeben werden [43, 66].

Generell gibt es die Möglichkeit, identifizierte Risiken gänzlich zu vermeiden, zu vermindern, sie unter den Projektbeteiligten aufzuteilen oder sie zu akzeptieren und selbst zu tragen. Aus ganzheitlicher Sicht muss die Vermeidung und Verminderung Priorität haben. Dies ist auch in Abb. 20 angedeutet. Damit lassen sich Risiken tatsächlich reduzieren, während durch Verteilung nur die Verantwortlichkeiten für Risiken festgelegt werden. Vermeidung bedeutet, das Eintreten eines Risikos gänzlich auszuschließen. Mögliche Maßnahmen sind das Ablehnen einer riskanten Ausführungsart oder im Extremfall der Verzicht auf einen Auftrag oder die Projektfortführung. STEMPKOWSKI und LINK nennen die Abwehr von Hochwassergefahren als Beispiel einer Risikovermeidung. Die Gefahr der Überflutung einer Baustelle kann durch geeignete Sicherungsmaßnahmen vermieden werden. Die Risikovermeidung bezieht sich dabei auf ein definiertes Hochwasserniveau, das hundertjährige Hochwasser. Bei detaillierter Betrachtung ist anzumerken, dass die Auslegung einer Dammschüttung oder einer Spundwand auf HQ100 keine absolute Sicherheit garantiert. Es kann jederzeit ein Hochwasser mit noch geringerer Eintrittswahrscheinlichkeit auftreten. Eine Änderung der hydrologischen Ausgangsgrößen ist theoretisch ebenfalls möglich. Danach würde die realisierte Schutzmaßnahme nicht mehr auf ein HQ100, sondern ein häufiger auftretendes Hochwasser ausgelegt sein [71, 107].

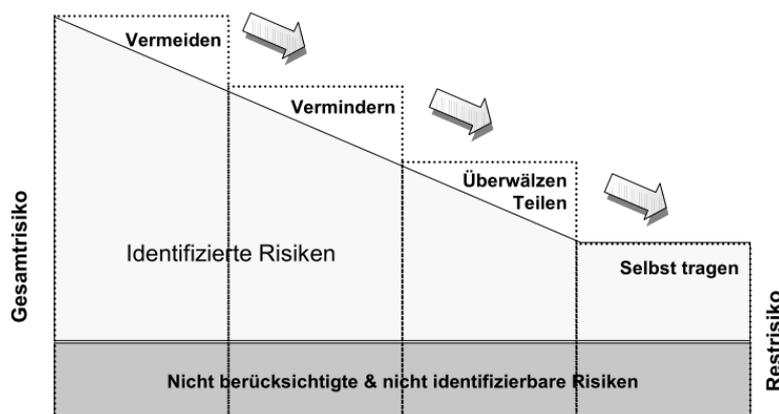


Abb. 20: Risikogestaltungsmaßnahmen, aus [104, S.8]

Die Auslegung der Hochwassersicherungsmaßnahme auf ein geringeres Schutzniveau, zum Beispiel HQ30 anstatt HQ100, stellt ein klassisches Beispiel für eine risikomindernde Maßnahme dar. Die erforderlichen Maßnahmen sind weniger kostenintensiv und können das Risiko entscheidend senken. Dabei bleibt das Schadensausmaß im Überflutungsfall zwar gleich, aber die Eintretenswahrscheinlichkeit des Risikos und damit das Risiko insgesamt werden gesenkt. Ein Großteil der Hochwasserereignisse (all jene kleiner HQ30) kann gefahrlos abgewehrt werden.

Risikomindernde Maßnahmen werden eingesetzt, wenn sich ein Risiko nicht vollständig vermeiden lässt oder die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen unverhältnismäßig hoch sind [74]. Der Einsatz von qualifiziertem Personal, die Installation von Frühwarnsystemen oder der Einsatz von sicheren, bewährten Bauverfahren sind mögliche Maßnahmen [36, 74]. Die Bildung von Termin- und Leistungsreserven zählt zu den passiven risikomindernden Maßnahmen. Einer der wichtigsten Ansatzpunkte im Infrastrukturbau ist die Vorerkundung der Bodenverhältnisse zur Reduktion des Baugrundrisikos. Unvorhergesehene Verhältnisse können im Untertagebau wie im Tiefbau gravierende zeitliche und finanzielle Auswirkungen auf den Projektablauf haben. Außerdem gefährden sie die Arbeitssicherheit. Daher sind Investitionen in geologische und geotechnische Voruntersuchungen detailliert abzuwägen und zu planen. Ziel ist, das Risiko so umfangreich wie möglich zu senken. Vor Beginn der Bauausführung soll möglichst viel Information über den Baugrund gewonnen werden. Die Maßnahmen müssen aber wirtschaftlich argumentierbar, der finanzielle Aufwand nicht größer als die Wirkung sein [66, 107].

DIN ISO 31000 weist in einer Fußnote darauf hin, dass *„bei der Risikobewertung Sicherheitsaspekte sowie der Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt zwingend zu beachten sind“* [6, S.28]. Die Forderung nach Ausgewogenheit zwischen finanziellem Nutzen und Aufwand von Maßnahmen könnte *„so interpretiert werden, dass Sicherheit, Schutz der menschlichen Gesundheit und der natürlichen Lebensgrundlagen einerseits und ökonomische Interessen andererseits gegeneinander abgewogen werden könnten“* [6, S.28]. Abb. 21 stellt dieses Spannungsfeld der Risikooptimierung dar. Die Norm hält dazu fest, dass Sicherheitsaspekte *„vorrangig den gesetzlichen Vorgaben entsprechend und erst in zweiter Linie ökonomischen Interessen genügend“* zu behandeln sind [6, S.28]. Die Verantwortlichen müssen sich folgende Dimensionen dieser Diskussion vor Augen führen:

- Verhältnis von finanziellen Kosten zu Umwelt-, Sicherheits- und Gesundheitsaspekten
- Gesetzestreue
- Soziale Verantwortung als Teil des Risikomanagementsystems [6].

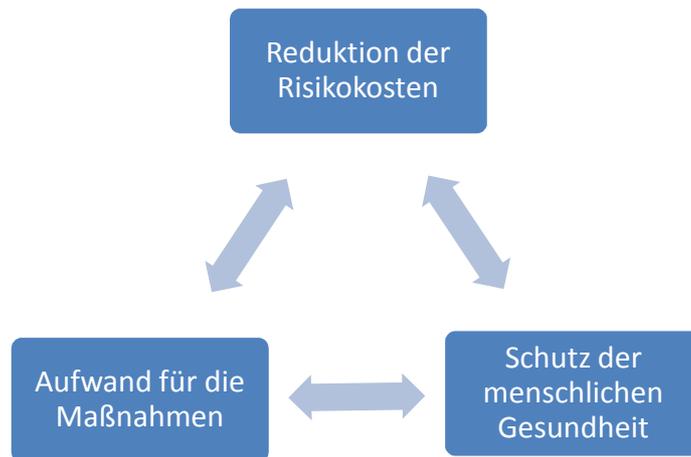


Abb. 21: Spannungsfeld der Risikobewältigung

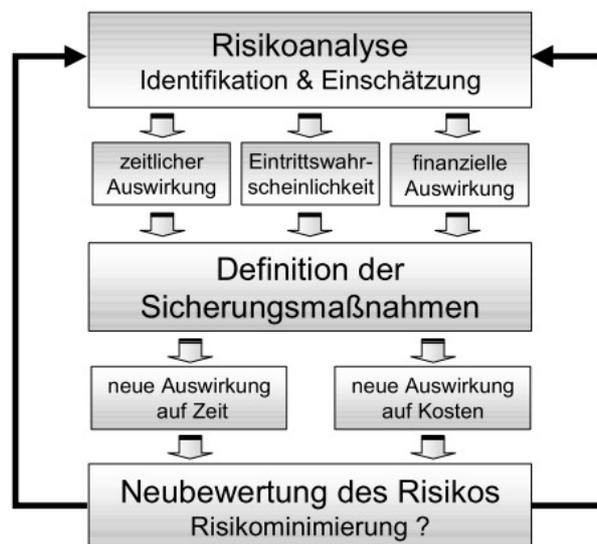


Abb. 22: Der Risikooptimierungsprozess, aus [103, S.10]

Die ergriffenen Maßnahmen sollen die Eintretenswahrscheinlichkeit und die Auswirkung von Risiken auf Kosten und Zeit vermindern. Um die Frage der Wirtschaftlichkeit zu prüfen, sind die Hauptrisiken, für die Maßnahmen getroffen werden, einer neuerlichen Bewertung zu unterziehen. Das ursprüngliche Risiko muss mit dem verbleibenden Risiko verglichen werden. Ersteres setzt sich aus den deterministischen Kosten der geplanten Maßnahmen und den probabilistischen Kosten des Restrisikos zusammen. STEMPKOWSKI und LINK beschreiben diese neuerliche Bewertung als eigenen „Risikooptimierungsprozess“, siehe Abb. 22. Dieser steht im Einklang mit der zyklischen Darstellung des gesamten Chancen- und Risikomanagementprozesses [103].

Als weitere Strategie der Risikobewältigung besteht die Möglichkeit, Risiken auf andere Wirtschaftseinheiten überzuwälzen. Diese Wirtschaftseinheiten können sein [107]:

- Versicherungsunternehmen
- Auftraggeber
- Generalunternehmer
- Subunternehmer
- Fachplaner

Die Übertragung von Risiken ist mit der Bezahlung einer Prämie verbunden, die im oben dargestellten Optimierungsprozess als Kostenfaktor zu berücksichtigen ist. In der Regel bleibt dem Unternehmen ein gewisses Restrisiko. Vorteil der Überwälzung ist, dass schwer vorhersehbare Schadenskosten zu einem fixen Kalkulationsfaktor werden [107]. GIRMSCHEID nennt einige wichtige Grundsätze, die bei der Risikoverteilung beachtet werden sollen. Es geht darum, *„zwischen den Projektbeteiligten vor Vertragsabschluss zu klären, wer am zweckmäßigsten welche Risiken zu welchen Konditionen übernimmt“* [43, S.769]:

- *„Zuweisung in Abhängigkeit von der Risikoursache:  
Das Risiko sollte diejenige Vertragspartei übernehmen, die es am besten beeinflussen kann.“*
- *„Zuweisung aufgrund der Kosten für Bewältigungsmaßnahmen:  
Das Risiko sollte derjenige übernehmen, der es am kostengünstigsten behandeln kann“.*
- Berücksichtigung der Finanzkraft eines Projektbeteiligten:  
Es macht keinen Sinn, einem Partner existenzgefährdende Risiken zu übertragen, da im Konkursfall der entstandene Schaden letztlich beim stärkeren Vertragspartner verbleibt.
- Bezahlung von angemessenen Risikoprämien:  
Die Ermittlung der Risikoprämie muss auf der systematischen Risikobeurteilung basieren.

### **Chancenoptimierung - Chancen aktiv nützen**

Nach der Identifikation und Beurteilung werden jene Hauptchancen klassifiziert, von denen hohe Auswirkungen auf den Projektablauf erwartet werden. Es müssen nun Maßnahmen geplant und umgesetzt werden, die deren Eintreten „erzwingen“. Die übrigen Kleinchancen

haben laut ihrer Bewertung nur geringe Auswirkungen, es werden keine Maßnahmen umgesetzt und die Chancen wirken gelassen [109].

Der Prozess der Chancenoptimierung ist entgegen der Risikobewältigung nicht mehrstufig kategorisierbar. Es gibt in diesem Sinne keine „Akzeptanz“ von Chancen, auch keine nachträgliche Reaktion im Eintrittsfall. Werden Chancen nicht proaktiv genützt, sind sie später nicht mehr identifizierbar und entziehen sich einer Nachbetrachtung. Auch eine „Chancenverteilung“ existiert in diesem Sinne nicht. Es ist aber anzumerken, dass jedem Arbeitspaket und jedem Teilprozess eines Projekts Chancen und Risiken innewohnen. Mit der Übertragung eines Risikos auf einen anderen Projektbeteiligten werden daher in der Praxis auch die Chancen übergeben. Nicht selten bleiben diese aber unerkannt [112].

Die Nutzung einer Chance durch das aktive Setzen von Maßnahmen ist die einzige Option in einem einstufigen Optimierungsprozess. Sie ist das Pendant zur Risikovermeidung bzw. -verminderung. Es kann erforderlich sein, in einem schrittweisen Verbesserungsprozess die Eintretenswahrscheinlichkeit bzw. die Auswirkung kontinuierlich zu erhöhen, „bis die Chance tatsächlich wirksam wird“ [112, S.104].

Analog zur Risikobewältigung ist die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen zu bewerten, indem der Aufwand für die Maßnahmen den neu bewerteten Chancen gegenübergestellt wird. WALDAUER weist auf die Rolle der Dokumentation dieses Optimierungsprozesses hin. Durch die Dokumentationsarbeit kann der Gesamtaufwand für die Maßnahmenplanung enorm steigen. Sie soll daher nicht zwingend erforderlich sein, kann sich aber in Abhängigkeit der Maßnahmenstrategie rentieren [112].

Abb. 23 fasst abschließend den Prozess der Chancenoptimierung zusammen. Er gilt in analoger Weise für die Risikobewältigung.

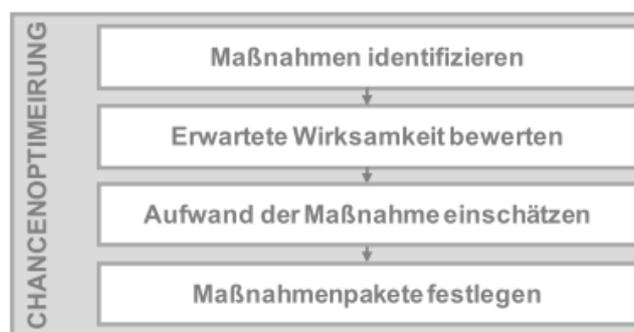


Abb. 23: Ablauf der Chancenoptimierung, aus [112, S.106]

## B.2.5 Chancen- und Risikoüberwachung, Nachbetrachtung und Kommunikation

Im folgenden Kapitel werden Elemente und Aufgaben des Chancen- und Risiko-Managementprozesses erläutert, die in dieser Arbeit unter dem Begriff „Feedback-Funktionen“ zusammengefasst werden. Es handelt sich um die Überwachung der einzelnen Prozessphasen und die Nachbetrachtung des Gesamtprozesses, sowie um die Rolle der Kommunikation im Chancen- und Risikomanagement (siehe Abb. 24). Gemeinsam ist diesen Komponenten ihre Aufgabe, den Prozessablauf zu reflektieren und dadurch zu verbessern. Es werden Erkenntnisse für die Abwicklung zukünftiger Projekte gewonnen oder direkt steuernd in den aktuellen Prozessablauf eingegriffen. Diese Rückkoppelung ist Teil des zyklischen Chancen- und Risikomanagementkreislaufes und im Sinne einer ganzheitlichen Denkweise von hohem Nutzen.

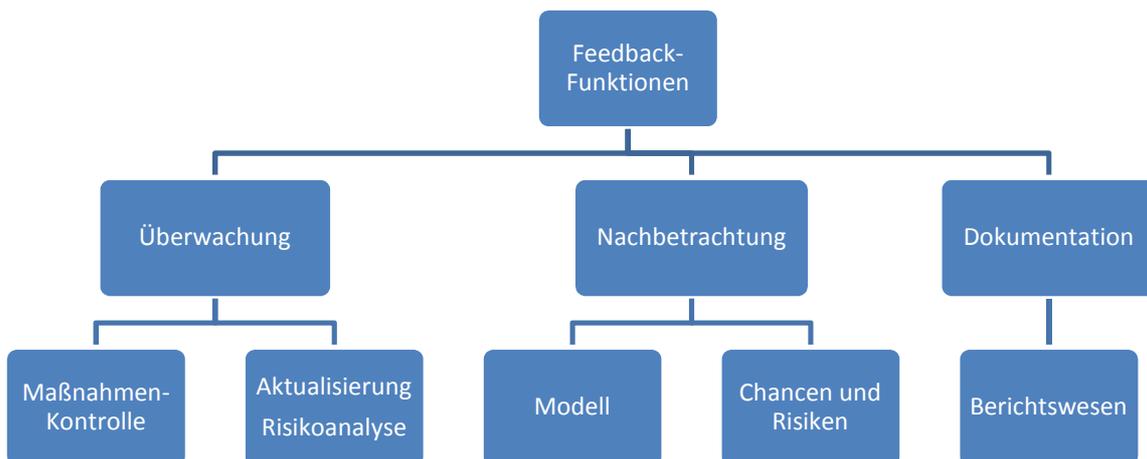


Abb. 24: Überblick über die Feedbackfunktionen im Chancen- und Risiko-Managementprozess

### Chancen- und Risikoüberwachung: Controlling und Aktualisierung

Die Überwachung ist die letzte Phase innerhalb des projektinternen Chancen- und Risiko-Managementprozesses und darin der Kontrollschritt. Die Situation, wie sie sich nach der Identifikation und Beurteilung der Chancen und Risiken und nach Umsetzung geplanter Maßnahmen präsentiert, wird analysiert. Bei Bedarf können die vorigen Phasen überarbeitet werden; die Überwachung versteht sich als steuernde Rückkoppelung. Dabei sind zwei Aufgabenbereiche abzudecken:

- Kontrolle der umgesetzten Maßnahmen
- Aktualisierung der Chancen- und Risikoanalyse

Im ersten Punkt prüft das verantwortliche Team den Umsetzungsfortschritt der geplanten Maßnahmen. In zeitlicher Hinsicht ist nur die Kontrolle der Terminisierung der Maßnahmenaktivitäten erforderlich. Wirksam für die Umsetzung sind Erinnerungsfunktionen für die Verantwortlichen. Aufwendiger gestaltet sich die inhaltliche Kontrolle. Es ist zu prüfen, ob ein Risiko tatsächlich wie geplant vermieden werden konnte oder eine Chance auch schlagend geworden ist. Zur Analyse der Wirksamkeit von Aktivitäten können Soll-Ist-Vergleiche eingesetzt werden. Vergleichsgrundlage ist die bei der Maßnahmenplanung erwartete Entwicklung einer Chance oder eines Risikos [12, 100].

Unter Aktualisierung ist die periodische Fortschreibung der Chancen- und Risikoanalyse zu verstehen. Aufgrund des Projektfortschrittes und neuen Informationen können weitere Chancen und Risiken identifiziert werden. Diese sind in den bestehenden Katalog aufzunehmen, zu bewerten und dementsprechend zu bearbeiten. Bei den bereits bestehenden Chancen und Risiken ist die Beurteilung von Ausmaß und Eintretenswahrscheinlichkeit zu überprüfen. Für zuvor unwesentliche Potentiale können nun Maßnahmen erforderlich sein. Umgekehrt können Hauptchancen und –risiken mit der Aktualisierung als unbedeutend oder abgeschlossen eingestuft werden [100].

Zusammenfassend ist zu betonen, dass Projektchancen und -risiken keine statischen Gegebenheiten sind, die während des gesamten Ablaufes gleichbedeutend bleiben. Sie unterliegen aufgrund des unvollständigen Informationsstandes und der hohen Komplexität der gleichen Dynamik wie das Gesamtprojekt. Daher sind die Überwachung und die Aktualisierung des Chancen- und Risikomanagementprozesses periodisch durchzuführen [43].

### **Chancen- und Risikonachbetrachtung: Erfahrung für zukünftige Projekte**

Die Nachbetrachtung erfolgt am Projektende und sollte neben der Evaluierung der im Projekt aufgetretenen Chancen und Risiken auch die Evaluierung der angewandten Strukturen und Methoden beinhalten [100].

Ziel ist es, durch die Reflexion des aktuellen Projektes wertvolle Erfahrungen für die zukünftigen Projekte aufzubereiten. Unter dem Begriff Wissensmanagement oder „Organisatorisches Lernen“ können alle Elemente zusammengefasst werden, die dafür sorgen, die relevanten Informationen systematisch zu sammeln, zugriffsgerecht zu warten und weiterzugeben [77].

Bei der Reflexion der im Projekt aufgetretenen Chancen und Risiken besteht der Nutzen darin, dass für die Bearbeitung zukünftiger Projekte eine umfangreiche Checkliste vorliegt. Dadurch verringert sich der Aufwand in der Identifikationsphase. Für die Beurteilung von Ausmaß und Eintretenswahrscheinlichkeit liegen in Zukunft Daten vor, auf die zurückgegriffen werden kann.

Der Einsatz des Chancen- und Risikomanagementsystems bringt außerdem organisatorische, inhaltliche und methodische Erfahrungen, die genutzt werden sollten. STEMPKOWSKI und WALDAUER sprechen in diesem Fall von der Evaluierung des „Modells“. Folgende Kriterien sollten hinterfragt werden [100]:

- Akzeptanz im Projektteam
- Praktikabilität
- Anwenderfreundlichkeit
- Effizienz des Ablaufs
- Aufwand
- Eingesetzte Methoden

Es ist anzumerken, dass zum Zeitpunkt der Nachbetrachtung – bei Projektende – häufig nur mehr mit reduziertem Personaleinsatz gearbeitet und die Nachbetrachtung oft vernachlässigt wird. Die Wertigkeit der Nachbetrachtung bzw. des Wissensmanagements muss deswegen auch in Unternehmenskultur verankert werden. Außerdem führt der in Projekten oft vorherrschende Zeitdruck dazu, dass sich das Projektteam ausschließlich auf das Erreichen des Projektziels konzentrieren kann. Reflexionsschleifen, Zeit für Dokumentation und Erfahrungsaustausch sind gar nicht eingeplant oder werden bei Zeitverzug als erstes eingespart. Darum soll abschließend auf die Rolle der Kommunikation im Chancen- und Risikomanagementprozess und im Speziellen in der Nachbetrachtung hingewiesen werden [77, 100].

### **Dokumentation: Das Berichtswesen im Chancen- und Risikomanagement**

Auf den Stellenwert einer strukturierten und sauberen Dokumentation für den Projekterfolg wurde einführend schon hingewiesen (vgl. Kapitel B.1). Auch alle Aktivitäten des Chancen- und Risikomanagement sollten rückverfolgbar sein. Dokumentation wird bei der Kontrolle für Soll-Ist-Vergleiche genauso benötigt wie für ein effizientes Wissensmanagement. Dennoch werden hinter dem Berichtswesen *„hauptsächlich der Aufwand und weniger der Nutzen gesehen“* [100, S.119]. Als Grund führen STEMPKOWSKI und WALDAUER an, dass Berichte häufig eingefordert, aber nicht gelesen werden. Darunter leidet die Motivation des

Verfassers und in Folge die Qualität der Dokumentation. Der Nutzen des Berichtswesens steht aber außer Frage. Entscheidend ist eine ganzheitliche Planung des Dokumentationsprozesses. Es müssen Inhalt und Umfang, Adressaten und Häufigkeit von Berichten klar festgelegt werden.

### **B.2.6 Zusammenfassung der wichtigsten Inhalte**

Zweck dieses abschließenden Kapitels ist die komprimierte Darstellung der theoretischen Grundlagen dieser Arbeit. Abb. 25 fasst hierfür die wichtigsten Schlagwörter des Chancen- und Risikomanagementprozesses zusammen.

Unter dem Chancen- und Risikomanagementprozess versteht man die systematische Anwendung von Managementkonzepten, Verfahren und Methoden zur Identifikation, Beurteilung, Optimierung und Überwachung von Chancen und Risiken.

Charakteristisches Merkmal des Prozesses ist die frühzeitige und proaktive Arbeitsweise: durch vorausschauende Analyse der potentiellen Unsicherheiten im Projektablauf können aktiv Maßnahmen gesetzt werden, um Chancen zu nützen und Risiken zu vermeiden.

In der Phase der Chancen- und Risikoidentifikation sollen möglichst viele Unsicherheitsfaktoren erkannt werden. Dazu ist die Erfahrung der Teammitglieder essentiell. Wichtig ist die sinnvolle Kombination verschiedener Identifikationsmethoden, wie etwa Pondering, Brainstorming, Mitarbeiterbefragungen oder Checklisten.

In der Beurteilungsphase werden die Eintretenswahrscheinlichkeit und das Ausmaß einer Chance bzw. eines Risikos bewertet. Die qualitative Beurteilung verwendet verbale Bewertungsmaßstäbe und dient zur ersten Abschätzung der Höhe von Chancen und Risiken. Matrixdarstellungen sind sehr gut geeignet, um die Ergebnisse zu visualisieren. Die quantitative Beurteilung schätzt die absolute Auswirkung von Chancen und Risiken auf Projektkosten und Projektdauer. Die Einzelbeurteilungen können zu einem Gesamtrisiko aggregiert werden.

Die wesentlichen Chancen und Risiken müssen danach optimiert werden. Das heißt es sind Maßnahmen umzusetzen, um Risiken zu vermindern und Chancen zu nützen. Dabei ist der Aufwand für eine Maßnahme mit dem erwarteten Nutzen abzuwägen.

Die Überwachungsphase dient zur Kontrolle, ob die getroffenen Maßnahmen die erwarteten Effekte erzielen. Außerdem ist die Identifikation und die Beurteilung periodisch zu aktualisieren. Der dynamische Projektverlauf kann neue Chancen und Risiken hervorbringen

oder bestehende verändern. Der Wert einer sauberen Dokumentation und Reflexion des Prozesses als Erfahrungsschatz für zukünftige Projekte kann nicht genug betont werden.

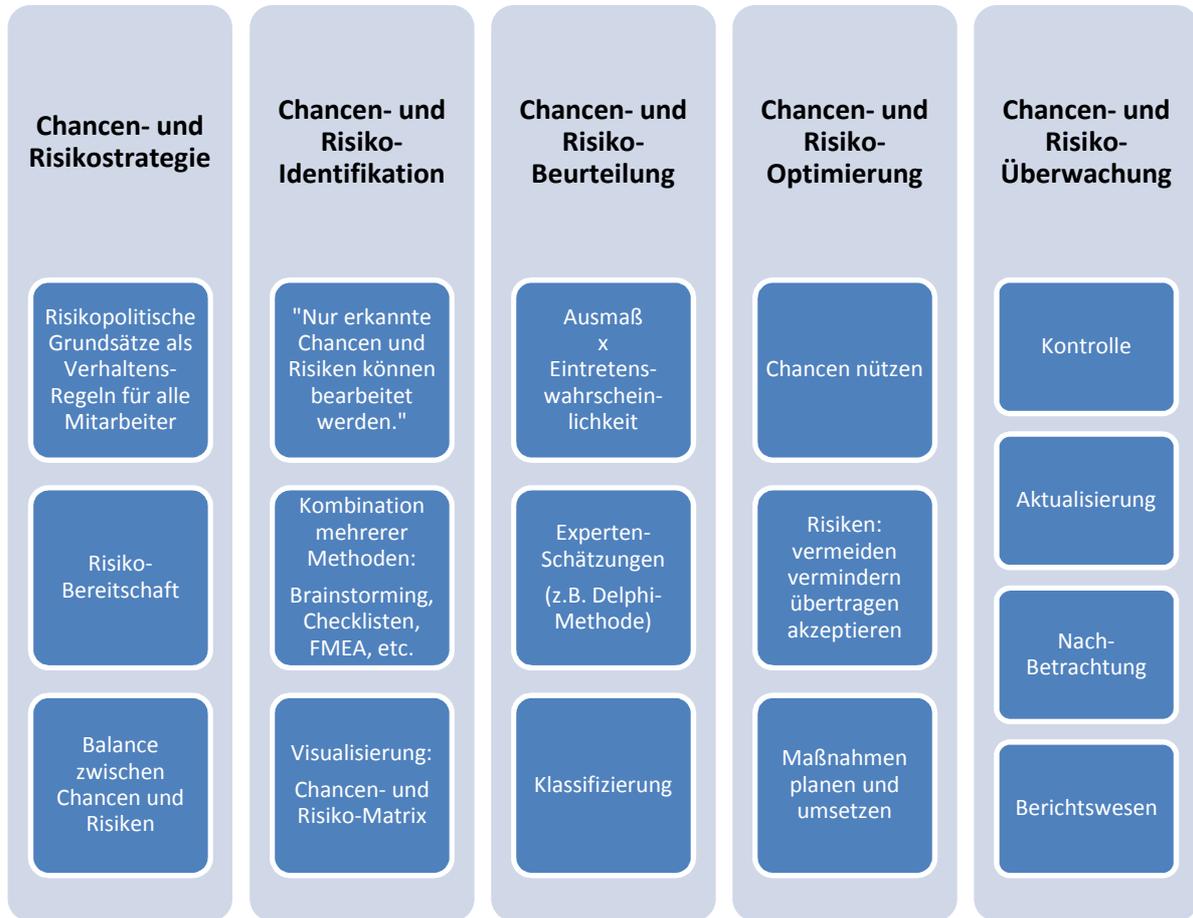


Abb. 25: Überblick über die Schlüsselwörter des Chancen- und Risikomanagementprozesses

## Teil C    Infrastrukturprojekte aus der Praxis

### C.1 Ziele und Aufbau des Praxisteiles

Die Behandlung der theoretischen Grundlagen ist an dieser Stelle abgeschlossen. Es wurden im Teil A Grundbegriffe definiert, die speziellen Charakteristika von Infrastrukturprojekten genannt und der Prozess des Chancen- und Risikomanagements erläutert. Für einen kurzen Abriss sei auf Abb. 25 verwiesen.

Dem Konzept der Arbeit folgend behandelt Teil C die praktische Umsetzung des Chancen- und Risikomanagements bei realen Infrastrukturprojekten. Es wird dargestellt, wie der allgemeine Managementprozess in der Praxis organisiert und abgewickelt wird. Ziel ist es, die tatsächlich angewandten Strukturen, Prozesse und Methoden übersichtlich darzustellen. Die Ausführungen sollen sich an den theoretischen Grundlagen orientieren und die Vergleichbarkeit der Praxisprojekte gewährleisten. Folgende Fragen sind für jedes Projekt zu beantworten:

- Worum geht es im Projekt?
- Gibt es im Projekt ein Chancen- und Risikomanagement?
- Was sind die Rahmenbedingungen und Ziele des Chancen- und Risikomanagements?
- Gibt es eine definierte Risikostrategie?
- Welche Elemente des Chancen- und Risikomanagementprozesses werden umgesetzt?
- Werden Risiken UND Chancen betrachtet?
- Welche Identifikations- und Beurteilungsmethoden werden verwendet?
- Welche Maßnahmen werden zur Chancen- und Risikooptimierung eingesetzt?
- Gibt es eine Chancen- und Risikokontrolle? Wie wird diese umgesetzt?
- Gibt es eine Chancen- und Risikonachbetrachtung?
- Wer ist wofür zuständig?

#### **Der Untertagebau als Musterbeispiel des Chancen- und Risikomanagements**

Bei den betrachteten Infrastrukturprojekten handelt es sich um die neue Unterinntalbahn in Tirol, Österreich, den Lötschberg Basistunnel in den Kantonen Bern und Wallis in der Schweiz sowie den Gotthard Basistunnel in den Kantonen Uri, Graubünden und Tessin, Schweiz. Alle drei Projekte sind Tunnelbauprojekte für den Eisenbahnverkehr. Dies hat zunächst den Vorteil, dass sich die Projekte aufgrund der ähnlichen Rahmenbedingungen

gut vergleichen lassen. Der Hauptgrund für die Projektauswahl in dieser Arbeit ist aber die besondere Bedeutung des Chancen- und Risikomanagements bei Untertagebauten:

Der durchdrungene Boden als entscheidende Einflussgröße – er stellt gleichzeitig Last, Tragwerk und Material dar - unterliegt von Natur her großen, materialtechnischen Qualitätsschwankungen. Mit Sondierbohrungen und eventuellen geophysikalischen Untersuchungen lassen sich die entsprechenden Informationen aber nur punktuell gewinnen. Dadurch gestaltet sich die technische und kostenmäßige Abschätzung der bautechnischen Bearbeitung sehr schwierig. Auf die Bearbeitung des Bodenmaterials, das heißt den Tunnelausbruch inklusive Sicherungsmaßnahmen, fallen aber nach GIRMSCHEID fünfzig bis sechzig Prozent der Gesamtbaukosten. Dieser hohe Kostenanteil unterstreicht die bedeutende Rolle des Baugrundrisikos. Deswegen gehören Tunnelbauprojekte zu den „*risikobehaftetsten Aufträgen, die in der Bauwirtschaft abgewickelt werden*“ [44, S.375].

### Aufbau des Praxisteiles

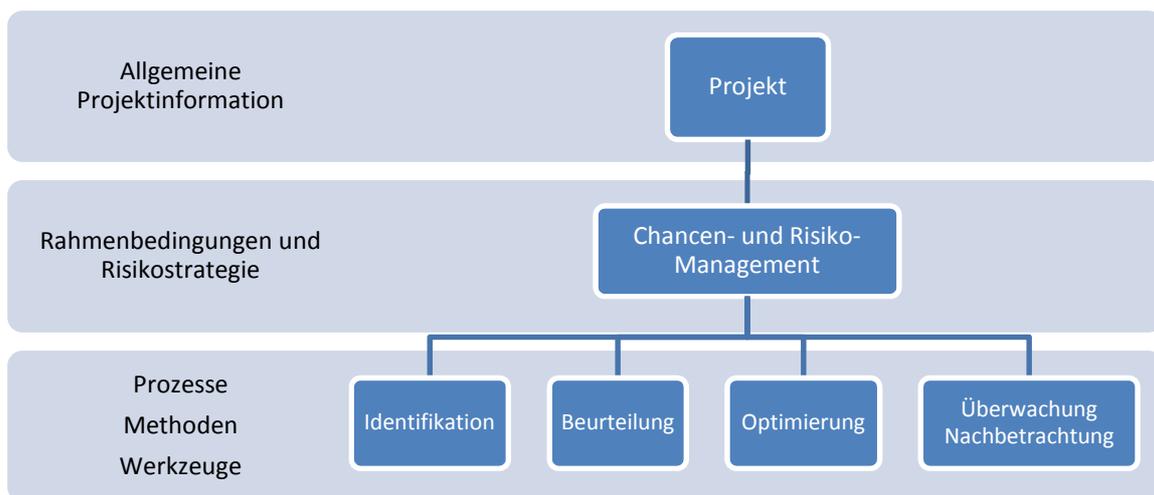


Abb. 26: Top-Down-Ausarbeitung des Praxisteils

Das Chancen- und Risikomanagement ist integrativer Bestandteil des Managementsystems eines Projektes. Für das Verständnis der Ziele und des Nutzens ist es wichtig, bei der Zergliederung in Teilprozesse, Maßnahmen und Methoden den Gesamtzusammenhang und übergeordnete Rahmenbedingungen im Auge zu behalten. Daher wird für die Ausarbeitung des Praxisteils die in Abb. 26 skizzierte Top-Down-Strategie gewählt. Einer allgemeinen Projektbeschreibung<sup>4</sup> folgt die Erläuterung der Rahmenbedingungen des Chancen- und Risikomanagements. Diese umfasst die Eingliederung in das Projektmanagement, die

<sup>4</sup> Die allgemeine Projektinformation beschränkt sich auf jene Informationen, die für das Verständnis des Chancen- und Risikomanagements in den einzelnen Projekten erforderlich sind.

Klärung von Verantwortlichkeiten sowie die Beschreibung der Risikostrategie. Erst anschließend werden die Prozessphasen und verwendete Methoden beschrieben. Das in Textform vorliegende Ergebnis ist als Ausarbeitung der in Tab. 13 dargestellten Matrix zu verstehen, die in einheitlicher Form den Chancen- und Risikomanagementprozess der drei ausgewählten Projekte darstellt.

**Tab. 13: Ergebnis-Matrix des Praxisteils**

Projekt	Allgemeine Projektbeschreibung	Risikostrategie Rahmenbedingungen	Identifikation	Beurteilung	Optimierungs- Maßnahmen	Überwachung Nachbetrachtung
Lötschberg Basistunnel						
Neue Unterinntalbahn						
Gotthard Basistunnel						

Abschließend sind zwei Randbedingungen für die Ausarbeitung des Praxisteils zu nennen:

- Das Chancen- und Risikomanagement der einzelnen Projekte wird aus Sicht der Bauherrschaft geschildert. Als Projektmanagementverantwortliche hat sie die Hauptverantwortung über den Umgang mit Chancen und Risiken. Auf Schnittstellen zum Chancen- und Risikomanagement anderer Beteiligter, etwa von Bauunternehmungen, wird eingegangen.
- Schieneninfrastrukturprojekte können grob in die Phasen Rohbau, bahntechnische Ausrüstung und Inbetriebnahme gegliedert werden. Der Fokus der gegenständlichen Arbeit liegt auf der Beschreibung der Rohbauphase, da diese aufgrund der geologischen Rahmenbedingungen für das Chancen- und Risikomanagement die höchste Relevanz besitzt.

## C.2 Projekt Lötschberg Basistunnel

### C.2.1 Allgemeine Projektinformation

Der Lötschberg Basistunnel (LBT) ist ein Eisenbahntunnel in der Schweiz, der mit 34,6km Länge die nördliche Alpenkette durchquert. Mit den Planungsarbeiten wurde Ende der 1980er Jahre begonnen, 1994 erfolgte der Spatenstich für den ersten Sondierstollen. Im Jahr 2007 wurde der Lötschberg Basistunnel in Betrieb genommen.

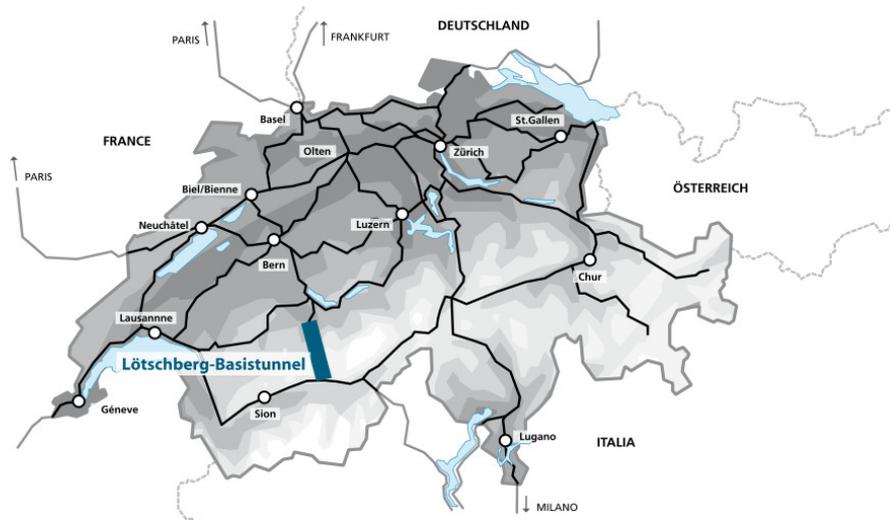


Abb. 27: Geografische Lage des Lötschberg Basistunnel, aus [33, S.1]

Die geografische Lage des Lötschberg Basistunnel ist in Abb. 27 ersichtlich. Das Nordportal befindet sich in Frutigen im Kanton Bern, das Südportal in Raron, Kanton Wallis. Der LBT ist Teil eines verkehrspolitischen Großprojektes der Schweiz, der Neuen Eisenbahn-Alpentransversale (NEAT). Die Grundzüge des Gesamtprojektes NEAT sollen im Folgenden kurz erläutert werden, bilden sie doch auch für den Gotthard Basistunnel die konzeptuellen Rahmenbedingungen.

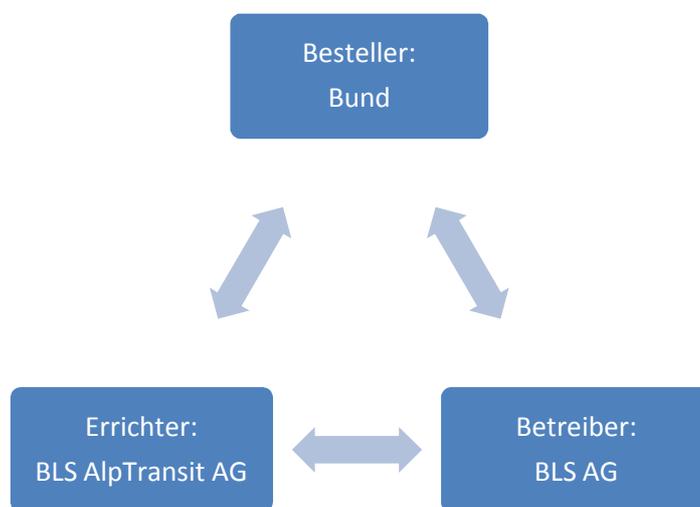
#### NEAT – Neue Eisenbahn-Alpentransversale

Die NEAT versteht sich als „umfassendes Konzept zur Wahrung der verkehrspolitischen Stellung der Schweizerischen Eidgenossenschaft in Europa und zum Schutz der Alpen vor weiteren ökologischen Belastungen. Dieses soll einen leistungsfähigen Schienekorridor sicherstellen, die Straßen vom Güterverkehr entlasten, dem Personenverkehr dienen und bereits bestehende übermäßige Belastungen abbauen“ [1, S.1].

Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft legte im Jahr 1991 fest, dass das NEAT-Konzept den Ausbau der Transitachsen Gotthard und Lötschberg-Simplon

sowie den Anschluss der Ostschweiz an die Achse Gotthard umfasst. Das Projekt ist als Gesamtsystem zu verstehen und die einzelnen Vorhaben sind untereinander abzustimmen. Die Anliegen der Kantone nach schonender Linienführung sind ebenso umzusetzen wie der laufende bahntechnologische Fortschritt. Das entsprechende Alpen transit-Gesetz regelt auch die Rahmenbedingungen für Projektierung, Finanzierung, Koordination und Kontrolle des NEAT-Projektes [1].

Dem Schweizerischen Bundesrat obliegt die Aufsicht und Kontrolle über das NEAT-Projekt. In der Alpen transit-Verordnung hat er die Aufgaben- und Kompetenzverteilung zwischen den Projektbeteiligten definiert. Für die Umsetzung des Projektes Lötschberg Basistunnel ergibt sich daraus das in Abb. 28 dargestellte Konzept:



**Abb. 28: Abwicklungskonzept Lötschberg Basistunnel**

Diese als Bauherrenmodell bezeichnete Organisationsform basiert auf gegenseitig geschlossenen Vereinbarungen. Der Bund als Besteller beauftragt den Ersteller, die BLS AlpTransit AG<sup>5</sup>, mit der Planung und dem Bau des Lötschberg Basistunnels. Nach der Alpen transitverordnung hat der Ersteller die Vorgaben und Weisungen der Bundesbehörden umzusetzen und die Interessen der künftigen Betreiber zu berücksichtigen. Der Ersteller führt eine eigene Rechnung und ist „zum haushälterischen Einsatz der vom Bund zur Verfügung gestellten Finanzmittel verpflichtet“ [15, S.1].

Den Aufsichtsbehörden des Bundes ist volle Akteneinsicht zu gewähren und vollständig Auskunft zu erteilen. Zu den projektbeteiligten Organen des Bundes zählt in erster Linie das Eidgenössische Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK. Es

<sup>5</sup> Die BLS AlpTransit AG wurde 1993 als hundertprozentige Tochtergesellschaft der BLS AG gegründet.

vertritt die Interessen des Bundes und erlässt Weisungen zur Projektaufsicht, Projektsteuerung und Berichterstattung. Die Weisungen beinhalten Vorgaben zur

- einheitlichen und transparenten Strukturierung des Projekts,
- Struktur und Führung der Rechnung,
- Form, Inhalt und Periodizität der Berichterstattung [15].

Die Aufgaben des Bundesamtes für Verkehr BAV sind unter anderem die Umsetzung der Weisungen des UVEK sowie die Bewirtschaftung und Kontrolle der genehmigten Kredite. Die Kontrollen sind mit der Eidgenössische Finanzkontrolle abzustimmen [15].

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass das Projekt Lötschberg Basistunnel Teil eines übergeordneten Verkehrskonzeptes ist. Das NEAT-Konzept regelt die Organisation und die Rahmenbedingungen für die Einzelvorhaben. Die klar definierten Aufgabenbereiche und Kompetenzverteilungen sind die Basis für eine erfolgreiche Projektabwicklung.

### **Technische Projektbeschreibung**

Der Lötschberg Basistunnel ist als System zweier Einspurtunnels konzipiert, die alle 333m durch Querschläge verbunden sind. Diese dienen im Betrieb als Raum für technische Anlagen und als Fluchtverbindungen. Zusätzlich gibt es eine Rettungsstation mit Nothaltestelle, die von beiden Röhren sowie Straßenfahrzeugen erschlossen werden kann. Abb. 29 gibt einen Überblick über das Gesamtprojekt Lötschberg Basistunnel. Darin ist ersichtlich, dass nicht beide Röhren über die ganze Distanz voll ausgebaut sind. Es gibt Strecken (grau), die im Rohbau fertiggestellt, aber nicht bahntechnisch ausgerüstet sind und einen Teilbereich (grau-weiß), in dem nur eine Röhre ausgebrochen wurde. Das Projekt ist modular so entwickelt, dass zu einem späteren Zeitpunkt die fehlenden Etappen unter Aufrechterhaltung des Betriebes ausgebaut werden können. Es sei angemerkt, dass dieser etappenweise Ausbauplan aus dem politischen Finanzierungskonzept entstanden ist. Die BLS AlpTransit AG als Erstellerin plädierte mit Verweis auf die bautechnischen und wirtschaftlichen Vorteile für den sofortigen Vollausbau [25].

Teil C: Infrastrukturprojekte aus der Praxis

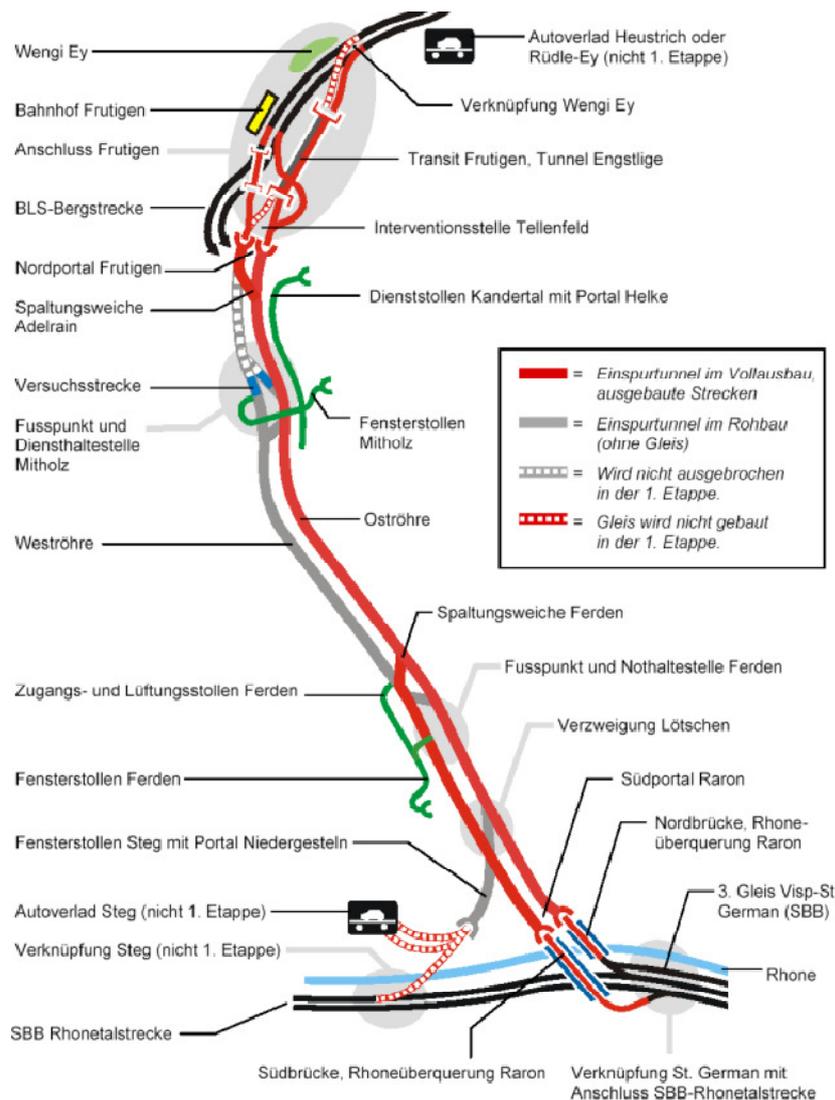


Abb. 29: Übersicht Lötschberg Basistunnel, aus [109, S.15]

Der Lötschberg Basistunnel wurde von fünf Punkten aus gebaut. Neben den Portalbaustellen Frutigen (Nord) und Raron (Süd) wurde in Mitholz, Ferden und Steg von sogenannten Zwischenangriffen aus vorgetrieben. Die erforderlichen Zugangsstollen sind in Abb. 29 grün skizziert. Der Vortrieb erfolgte hauptsächlich konventionell. Ausnahme bilden der Sondierstollen Kandertal und der südlichste Tunnelabschnitt, die von Tunnelbohrmaschinen aufgeföhren wurden. Neben dem Bau des Basistunnels waren außerdem umfangreiche Anschlussarbeiten erforderlich. Im Norden wurde im Siedlungsgebiet von Frutigen unter anderem ein 2600m langer Tagbautunnel errichtet, der den Fluss Engstlinge unterquert. Herzstück des Südanschluss bilden die beiden Brücken über die Rhone für den Anschluss an die Bestandsstrecke. Tab. 14 fasst die wesentlichen Projektinformationen zum Lötschberg Basistunnel zusammen.

Tab. 14: Datenblatt Lötschberg Basistunnel

Projekt	Lötschberg Basistunnel
Errichter	BLS AlpTransit AG (ca. 33 Mitarbeiter)
Tunnelsystem	Einspuriger, doppelröhriger Eisenbahntunnel (etappenweiser Ausbau)
Standort	Nordportal: Frutigen, Kanton Wallis, Schweiz Südportal: Raron, Kanton Bern, Schweiz
Meilensteine	1986 Planungsbeginn 1992 Volksabstimmung über den Bau der NEAT 1993 Gründung BLS AlpTransit AG 1994 Spatenstich Sondierstollen Kandertal 1998 Volksabstimmung zum FinöV <sup>6</sup> 2005 Durchschlag im Basistunnel 2007 Inbetriebnahme
Technische Daten	Länge Basistunnel: 34,6km Gesamtlänge Stollensystem: 88,1km Länge Sprengvortrieb: ca. 53km Länge TBM: ca. 28km Regel-Achsabstand Tunnelröhren: 40m Mittlerer Abstand der Querschläge: 333m Gesamtmenge Ausbruchmaterial: 16,6 Mio. Tonnen

### C.2.2 Chancen- und Risikomanagement: Rahmenbedingungen und Strategie

Zur Regelung der Grundsätze des Projektmanagements hat das Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation die NEAT-Controlling-Weisung NCW erlassen. Die NCW bestimmt die Zusammenarbeit zwischen Ersteller und dem Bundesamt für Verkehr, das mit der Umsetzung und Kontrolle der Weisungen betraut ist. Das Controlling wird in der NCW im Gesamtkontext verstanden. Die Regelungen umfassen neben dem Kosten- und

<sup>6</sup> Das Schweizer Stimmvolk stimmt dem Bundesbeschluss über Bau und Finanzierung von Infrastrukturvorhaben des öffentlichen Verkehrs, der unter anderem die NEAT-Projekte miteinschließt, zu.

Termin-Controlling auch verbindliche Festlegungen bezüglich des Risiko-, Qualitäts-, Vergabe-, Vertrags- und Informatikmanagements, wie Abb. 30 zeigt.

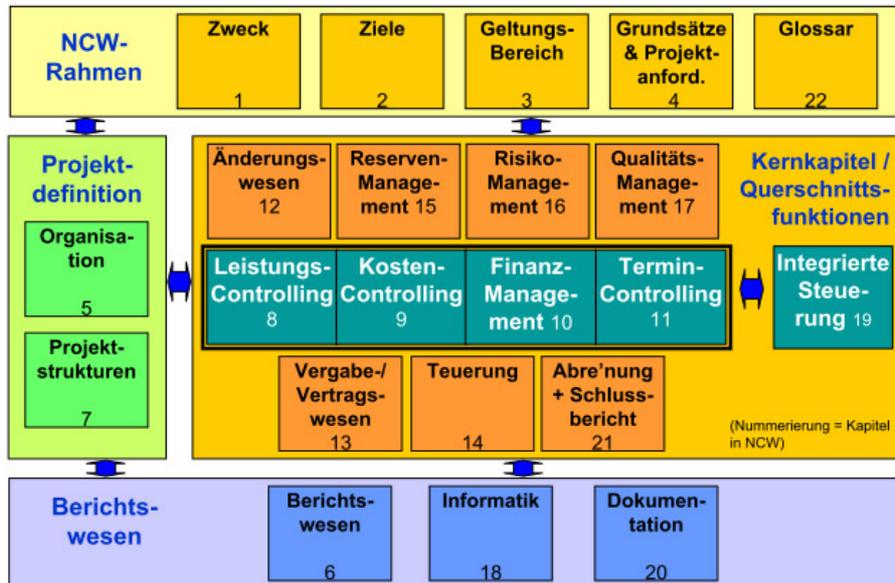


Abb. 30: Aufbau der NEAT-Controlling-Weisung [35]

Somit ist die NEAT-Controlling-Weisung auch jenes Instrumentarium, das die Rahmenbedingungen des Chancen- und Risikomanagements vorgibt. In einem eigenen Kapitel werden die entsprechenden Grundsätze und Verfahren festgelegt. Der Projektstrukturplan und die Hauptprojktanforderungen für das Gesamtvorhaben AlpTransit dienen als Grundlage für das Chancen- und Risikomanagement. Als oberstes Prinzip hält die NCW fest, dass Risiken einheitlich und ihrem Gesamtzusammenhang zu identifizieren, zu bewerten und zu beurteilen sind, um zeitgerecht entsprechende Maßnahmen setzen zu können. Die NCW definiert auch die Aufgabenbereiche von Besteller und Ersteller (siehe Tab. 15) [26].

Aus den Vorgaben der NCW leiten sich die folgenden risikopolitischen Grundsätze der BLS AlpTransit AG ab:

- „Das Risikomanagement umfasst sowohl den strategischen wie auch den operativen Bereich und berücksichtigt immer Chancen und Gefahren.
- Risiko ist als wertneutraler Begriff zu verwenden, der je nach Einwirkung auf das Projekt als Gefahr (negativ) oder als Chance (positiv) bezüglich der Projektanforderungen zu bewerten ist.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Zu beachten ist der Unterschied zwischen dieser projektinternen Begriffsdefinition und der dieser Arbeit zugrunde gelegten Begriffsdefinition. Ist in diesem Kapitel von Risiko oder Risikomanagement die Rede, ist folglich auch die Chance bzw. das Chancenmanagement inbegriffen.

- *Sämtliche am Projekt beteiligten Personen sind für den Zweck und Nutzen des Risikomanagements zu sensibilisieren.*
- *Alle relevanten Ereignisse sind systematisch zu identifizieren und nach einheitlichen Vorgaben zu bewerten.*
- *Die Risiken sind durch rechtzeitig geplante und eingeführte Vorbeugemaßnahmen entweder einzudämmen (Gefahr) oder bewusst zu nutzen (Chance).*
- *Die Risikobewältigung ist periodisch oder bei Eintreten außergewöhnlicher Ereignisse zu kontrollieren, um bei Bedarf rechtzeitig Korrekturmaßnahmen einzuleiten.*
- *Die Ergebnisse des Risikomanagementprozesses sind halbjährlich zu dokumentieren.*
- *Der systematischen Beherrschung der Nahtstellen zwischen den Projektbeteiligten im Bereich der relevanten Projektrisiken ist erhöhte Beachtung zu schenken“ [26, S.8].*

**Tab. 15: Risikomanagement-Aufgabenbereiche [26]**

Ersteller (BLS AlpTransit AG)	Besteller (Bundesamt für Verkehr)
Erarbeiten und Überprüfen des strategischen und operativen Risikomanagements in eigener Verantwortung	Spezifisches Risikomanagement auf Behördenstufe
Aufbereiten der Ergebnisse des Risikomanagements im halbjährlichen Standbericht	Risikomanagement über das Gesamtvorhaben, welches die von den Erstellern aufgearbeiteten Ergebnisse einbezieht
Aktualisieren der Maßnahmenplanung und ihrer Umsetzung im Rahmen des projektbezogenen Qualitätsmanagements	Informationsaustausch betreffend Risikomanagement mit den Erstellern

Ein wichtiges risikostrategisches Element der BLS AlpTransit AG ist die Eingliederung des Chancen- und Risikomanagements in das Gesamt-Managementsystem. So werden die Verantwortlichkeiten zwischen den Projektbeteiligten und die Aufgaben der einzelnen Führungsinstrumente klar geregelt. Wie in Abb. 31 ersichtlich ist das Organisationshandbuch OHB das zentrale Führungselement des Projektmanagements. Es setzt die Vorgaben der NEAT-Controlling-Weisung um und regelt das Zusammenspiel der verschiedenen Projektbeteiligten. Die Bauleiterhandbücher für den Bereich Rohbau und die Projekthandbücher für den Bereich bahntechnische Ausrüstung spezifizieren die Regelungen des OHB für die individuellen Anwendungen. Sie regeln baustellenspezifisch die Zusammenarbeit zwischen örtlicher Bauleitung, Spezialisten und Unternehmungen. Bedeutend für das Chancen- und Risikomanagement ist der Q-Lenkungsplan (Q-LP), der

die Grundlagen und Umsetzung der Arbeitsschritte des Risikomanagements dokumentiert. Er konzentriert sich auf die bei der Risikobeurteilung identifizierten, bedeutenden Unsicherheitsfaktoren [26].

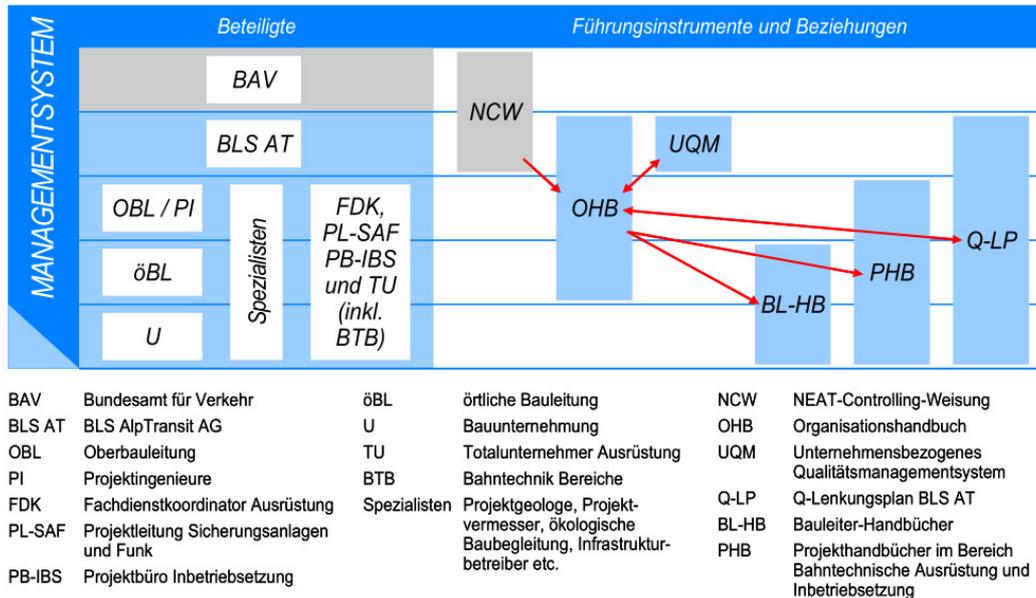


Abb. 31: Das Managementsystem der BLS AlpTransit AG, aus [26, S.10]

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass beim Projekt Lötschberg Basistunnel eine klare Risikostrategie definiert ist, die sich aus Vorgaben des Bundes ableitet und im Gesamt-Managementsystem integriert ist. Im „Schlussbericht Risikomanagement“ zum Projekt betont Blaser, dass „das Risikomanagement immer eine Gesamtanalyse darstellen“ muss. „Nur so dient es als Führungsinstrument, um vorausschauend Chancen und Gefahren für den Projekterfolg zu erkennen und rechtzeitig die entsprechenden Maßnahmen einzuleiten“ [26, S.5].

### C.2.3 Chancen- und Risikoidentifikation

In der Identifikationsphase „sollen sämtliche relevanten Gefahren erkannt werden. Eine nicht erkannte Gefahr kann später für das Projekt und die Verantwortlichen verheerende Folgen haben. Deshalb wurden das gesamte Umfeld sowie das Projekt selber systematisch nach möglichen Gefahren abgesucht“ [26, S.12].

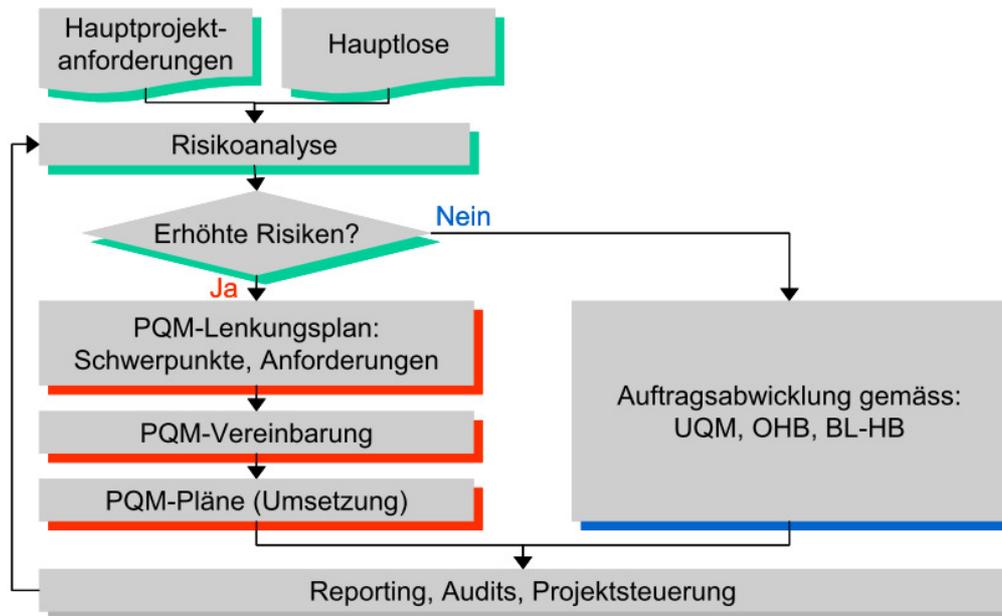


Abb. 32: Der Risikomanagementprozess der BLS AlpTransit AG, aus [26, S.85]

Abb. 32 soll die Stellung der Identifikationsphase innerhalb des Chancen- und Risikomanagementprozesses erläutern. Die Identifikation bildet gemeinsam mit der Beurteilung von Chancen und Risiken die Phase der Risikoanalyse<sup>8</sup>. Abb. 32 beinhaltet auch die Ausgangslage der Risikoidentifikation. Dazu gehören einerseits die Hauptlose, die durch ihr hohes Bauvolumen bedeutend für die Erreichung der Projektziele sind. Es sind dies:

- Anschluss Frutigen
- Mitholz
- Ferden
- Steg
- Anschluss Raron

Das bedeutet, dass der Risikomanagementprozess losbezogen durchgeführt wird und sich auf die genannten Hauptlose fokussiert. Weitere Basis der Chancen- und Risikoidentifikation sind die so genannten Hauptprojektanforderungen. Als solche werden jene Faktoren bezeichnet, die für den Projekterfolg entscheidend sind. Sie leiten sich aus dem

<sup>8</sup> Die BLS AlpTransit AG verwendet die Terminologie des ISO Guide 73. Diese ist im Anhang dieser Arbeit zu finden.

Projektauftrag und den übergeordneten Projektzielen ab. Die Ermittlung der Projektanforderungen ist der erste Schritt des Risikomanagements, er wird im Projekt als strategisches Risikomanagement bezeichnet. Von den in Tab. 16 dargestellten Projektanforderungen sind die ersten vier – Funktionalität, Sicherheit/Umwelt, Kosten und Termine- als Hauptprojektanforderungen für die Risikoanalyse relevant.

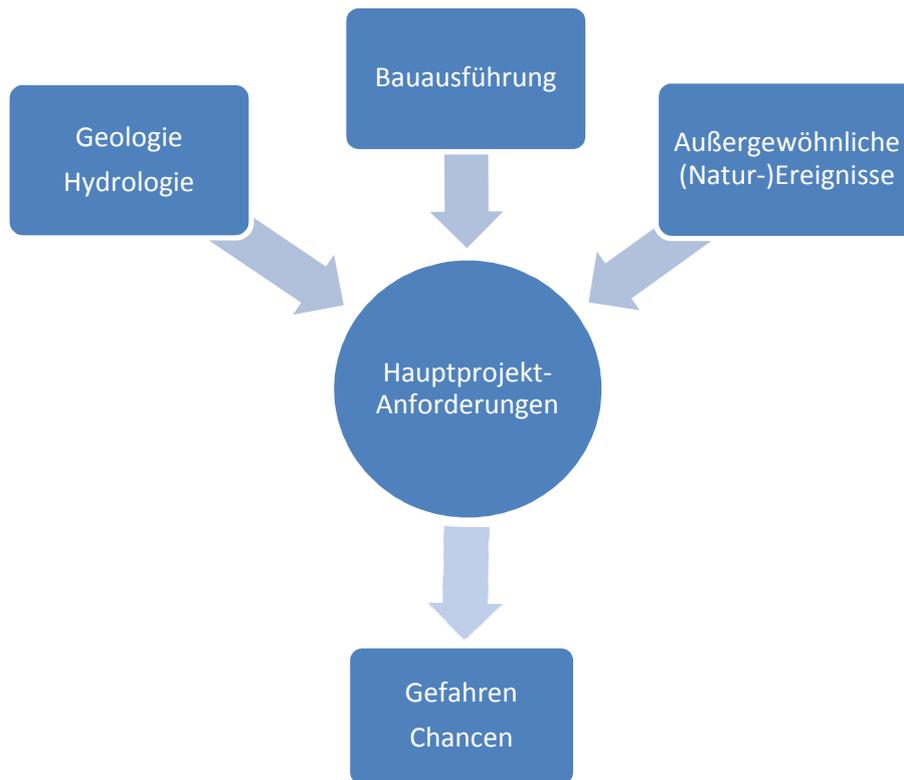
Tab. 16: Projektanforderungen der BLS AlpTransit AG, nach [26]

Projektanforderung	Kommentar
Funktionalität	Sicherstellen von Zuverlässigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit
Sicherheit/Umwelt	Gewährleisten der Personensicherheit, Arbeitssicherheit und Umweltverträglichkeit
Kosten	Kostenoptimierung durch Entwicklung von wirtschaftlichen Lösungen Einhaltung des freigegebenen Gesamtkredits
Termine	Einhaltung vereinbarter Termine
Auflagen und Vorschriften	Einhalten der Auflagen und Vorschriften
Projektorganisation	Effiziente Gestaltung der Projektorganisation (Schnittstellen, Prozesse, Controlling, Information und Kommunikation)

### Methoden und Vorgehensweise der Chancen- und Risikoidentifikation

Chancen und Risiken sind potentielle Abweichungen vom planmäßigen Projektverlauf. Um sie identifizieren zu können, muss der planmäßige Projektverlauf bekannt sein und von diesem erwarteten Basisszenario ausgegangen werden. Diese Funktion übernehmen die oben beschriebenen Hauptprojektanforderungen. Sie stellen die planmäßigen Projektziele dar.

Die Hauptprojektanforderungen werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Als Risikofaktoren werden jene Einflüsse bezeichnet, die die Projektziele gefährden. Im Projekt werden die Bereiche Geologie/Hydrologie, Bauausführung und außergewöhnliche (Natur-)Ereignisse als Risikofaktoren identifiziert, siehe Abb. 33. In diesen Themengruppen wird systematisch nach einzelnen Gefährdungen und Chancen für die Projektabwicklung gesucht.



**Abb. 33: Einfluss der Risikofaktoren auf die Hauptprojektanforderungen**

Die Risikoidentifikation wird von einer Expertenrunde durchgeführt. Es handelt sich um einen „*Risikoworkshop in einer Gruppe von ausgewählten Schlüsselpersonen*“ [26, S.30]. Das Team besteht aus jeweils einem Vertreter des Bauherren, der Projektingenieure, der Oberbauleitung, der Bauaufsicht und teilweise der Unternehmen. Methodisch orientiert sich die Identifikation am Projektstrukturplan. Ausgehend von den Risikoursachen, das heißt von den oben genannten Risikofaktoren, wird der PSP nach Chancen und Gefahren durchsucht. Es wird ein Brainstorming durchgeführt und dann gemeinsam eine Entscheidung getroffen. Wert gelegt wird auf die saubere Nummerierung der identifizierten Risiken in Anlehnung an die Gliederung des PSP. So sind die Einzelrisiken übersichtlich mit den jeweiligen Kostenpunkten und Terminen verknüpft. Diese prozessbezogene Identifikation ermöglicht weiters eine zeitliche Zuordnung der Risiken. Die Risiken können in die bezogene Finanzplanung eingebracht werden. Das heißt die Risikosummen werden im Zeitfenster ihrer Entstehung in Rechnung gestellt und nicht als Gesamtsumme am Projektende.

Abschließend sei angemerkt, dass im Projekt Bedeutung darauf gelegt wird, „*sowohl klar identifizierbare als auch potentielle Gefahren aufzudecken*“ [26, S.12]. Es besteht das Bewusstsein, dass verborgene Gefahren gefährlicher sein können als deutlich erkennbare. Daher dürfen sich die Beteiligten „*nicht zu früh nur auf die offensichtliche Risiken*

*fokussieren*“ [26, S.12]. Als potentielle Gefahr versteht sich etwas, das lediglich im schlimmsten Fall auftreten könnte. Für die Identifikation ist neben der Kenntnis des Projekts vor allem Erfahrung und ausgesprochene Unvoreingenommenheit erforderlich. Gefahren dürften nicht ausgeschlossen werden, weil sie nicht bestehen dürften.

### C.2.4 Chancen- und Risikobeurteilung

Vorweg ist anzumerken, dass beim Projekt Lötschberg Basistunnel die Identifikation und die Beurteilung in einer gemeinsamen Phase, der Risikoanalyse, durchgeführt werden. Die Ausarbeitung findet zeitlich und kombiniert im oben beschriebenen Risikoworkshop statt.

Die Beurteilung der identifizierten Risiken erfolgt auf semiquantitativem Niveau und getrennt für Eintretenswahrscheinlichkeit und Ausmaß der Einzelrisiken<sup>9</sup>. Beiden wird, gemäß dem definierten Bewertungsmaßstab aus Tab. 17, eine Bewertungszahl [1, 2, 3] zugeordnet. Sie entspricht jeweils der verbalen Beurteilung „klein“, „mittel“ oder „groß“. Berücksichtigt werden die Auswirkungen auf Kosten, Termine, Funktionalität und Sicherheit. Darin spiegeln sich die vier Hauptprojktanforderungen als Ausgangslage der Risikoanalyse wieder.

Tab. 17: Bewertungsmaßstab der Risikobeurteilung [26]

Verbale Beurteilung	klein	mittel	groß
Bewertungszahl	1	2	3
Eintretenswahrscheinlichkeit	kleiner 20%	20-60%	größer 60%
Ausmaß Kosten	weniger als CHF 10Mio.	CHF 10 bis 100Mio.	CHF mehr als 100Mio.
Ausmaß Termine	Weniger als 2 Monate	2 Monate bis 1 Jahr	Mehr als 1 Jahr
Ausmaß Funktionalität	Komponentenausfall	Ausfall Teilsystem	Ausfall Gesamtsystem
Ausmaß Sicherheit	Sachschaden	Unfall mit Personen- und Sachschaden	Katastrophe

Das Ergebnis wird in sogenannten Risikoblättern dokumentiert, wie Abb. 34 beispielhaft für das Risiko „Beschädigung von Transportgut“ zeigt. Diese enthalten neben der Beurteilung

<sup>9</sup> Eine detaillierte quantitative Analyse findet im Projekt Lötschberg Basistunnel nicht statt.

und einer verbalen Beschreibung auch die verantwortliche Person, betroffene Fachbereiche und die zu treffenden Maßnahmen, auf die im nächsten Kapitel C.2.5 eingegangen wird.

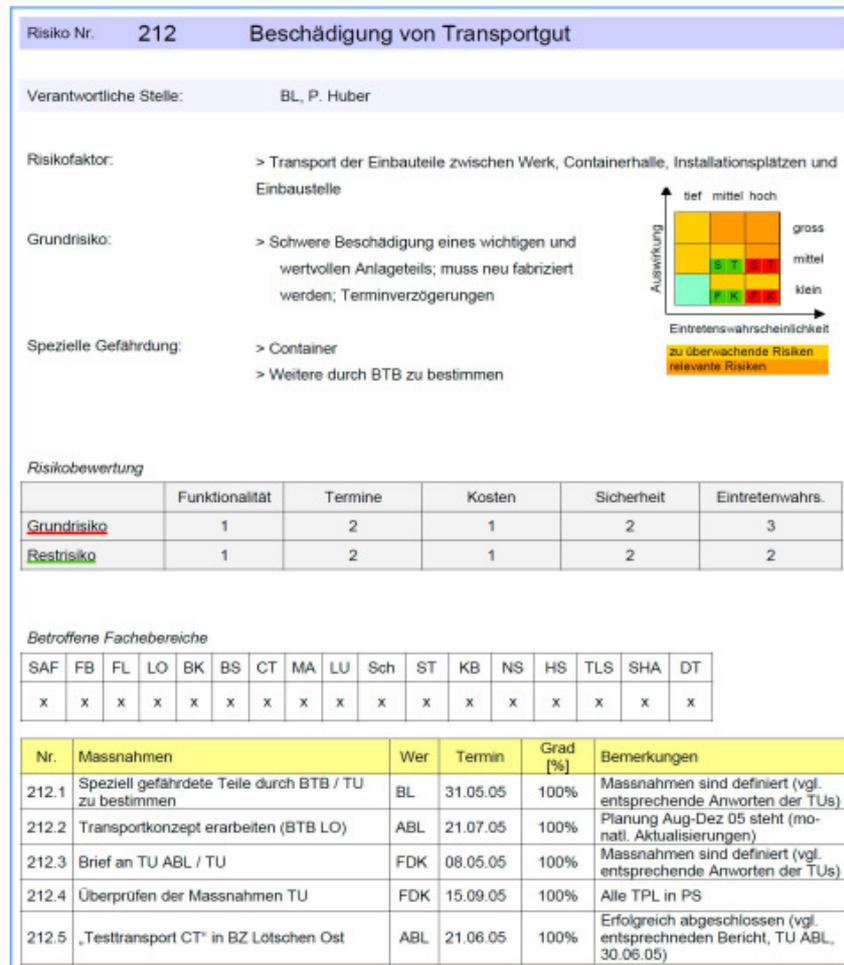


Abb. 34: Beispiel eines Risikoblattes der BLS AlpTransit AG, aus [26, S.20]

Zur übersichtlichen Visualisierung der Risikobeurteilung wird in der Berichterstattung die Darstellung mit Risikomatrizen gewählt. Diese bieten die Möglichkeit, mehrere Einzelrisiken und die Ergebnisse aus mehreren Losen in einer Graphik zusammenzufassen. Ein Beispiel einer Risikomatrix zeigt Abb. 35.

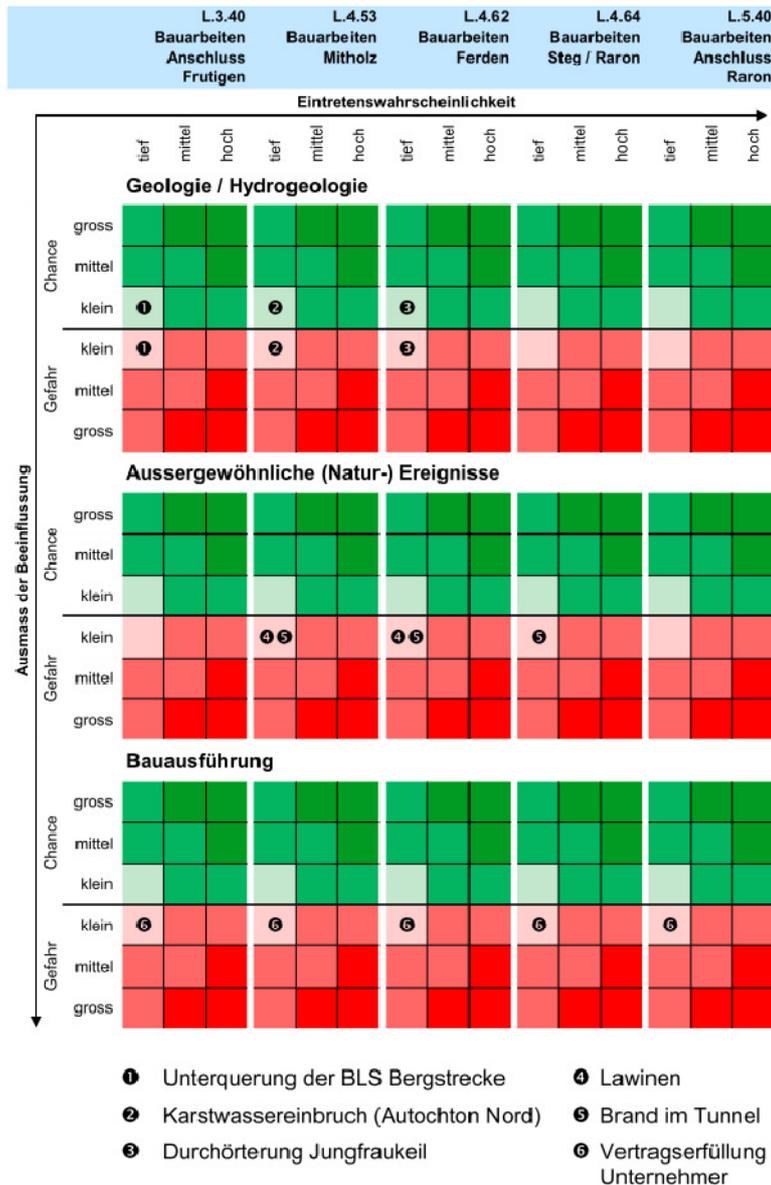


Abb. 35: Beispiel einer Risikomatrix der BLS AlpTransit AG für die Auswirkung „Kosten“, aus [26, S.91]

### Risikoklassifikation: Hauptrisiken als Q-Schwerpunkte

Für das Verständnis der weiteren Vorgehensweise ist nochmals der gesamte Prozessablauf aus Abb. 32 vor Augen zu führen: Das Ergebnis der Risikoanalyse muss eine Prioritätenreihung der einzelnen Risiken nach ihrer Auswirkung auf die Projektziele sein. Denn nur für Hauptrisiken mit hoher Bedeutung für das Projekt ist die Planung und Umsetzung von Maßnahmen sinnvoll. Auch der Bund gibt durch die NEAT-Controlling-Weisung NCW vor, dass sich das Risikomanagement auf jene Risiken zu konzentrieren hat, die mittels geeigneten Maßnahmen beeinflussbar sind. Die Verantwortlichen haben zu

entscheiden, welche Risiken weiter verfolgt werden<sup>10</sup>. In der Systemskizze aus Abb. 32 ist dieser Schritt mit der Entscheidungsraute „Erhöhte Risiken“ (Entscheidung „ja“ oder „nein“) gekennzeichnet. Die NCW bemerkt zudem, dass auch die übrigen Risiken, für die keine Maßnahmen getroffen werden, weiter aufmerksam beobachtet werden sollten [26].

### C.2.5 Chancen- und Risikooptimierung

Die als bedeutend eingestuften Hauptrisiken werden beim Projekt Lötschberg Basistunnel als Qualitätsschwerpunkte (Q-Schwerpunkte) bezeichnet. Im Anschluss an die Beurteilung müssen sie nun aktiv behandelt werden: Es sind Maßnahmen zu entwickeln, um die Risikosituation zu optimieren. Die BLS AlpTransit AG nennt die vier Alternativen in Tab. 18 als mögliche Optimierungsstrategien. Im Gegensatz zu den im Theorieteil vorgestellten Strategien (vgl. B.2.4) unterscheidet die BLS AlpTransit AG zwischen „Akzeptieren“ und „Tragen“ eines Risikos. In beiden Fällen werden keine proaktiven Maßnahmen gesetzt. Letzteres bedeutet aber das Setzen passiver Maßnahmen, während unter „Risiko akzeptieren“ das Nichthandeln verstanden wird.

Tab. 18: Strategien der Risikobewältigung [26]

Strategie	Aktivität
Risiko akzeptieren	Keine Maßnahmen treffen, der Schaden resp. Nutzen eines bestimmten Risikos wird akzeptiert. Dieses Ergebnis trifft für alle als nicht relevant beurteilten Risiken zu.
Risiko vermindern <sup>11</sup>	Maßnahmen zur Verminderung der Eintretenswahrscheinlichkeit und/oder zur Begrenzung der Auswirkung treffen, d.h. die Zielabweichung einer Gefahr zu reduzieren beziehungsweise den Nutzen einer Chance zu fördern.
Risiko verlagern	Maßnahmen ergreifen zur Teilung des Schadens beziehungsweise des Nutzens eines Risikos mit einer anderen Partei (z.B. Versicherung, Fachexperte etc.)
Risiko tragen	Korrekturmaßnahmen vorbereiten (z.B. Terminreserven im Bauprogramm, Rückstellungen, Ausführungsvarianten etc.)

Das Ziel ist die Entwicklung eines Konzeptes, welches neben der Planung die tatsächliche Umsetzung der Maßnahmen garantiert. Die NCW gibt vor, dass zu diesem Zweck das

<sup>10</sup> Eine Übersicht über die Q-Schwerpunkte ist im Anhang dieser Arbeit dargestellt.

<sup>11</sup> Unter Berücksichtigung der im Projekt Lötschberg Basistunnel verwendeten neutralen Risikodefinition (Risiko = Chance + Gefahr) sollte der Begriff „vermindern“ durch den neutralen Begriff „optimieren“ ersetzt werden. Ansonsten bleiben Chancen unbeachtet.

Instrumentarium des projektbezogenen Qualitätsmanagements PQM anzuwenden ist. Das PQM ist ein ganzheitliches Konzept, das alle Projektbeteiligten miteinschließt und für die Umsetzung, Überwachung und Dokumentation der notwendigen Maßnahmen zuständig ist. Es ersetzt nicht die allgemeinen Qualitätsmanagementanforderungen nach dem Organisationshandbuch oder der Baukunde, sondern ergänzt diese speziell für den Umgang mit den bedeutenden Hauptrisiken. In Abb. 36, einer Gesamtübersicht des Risikomanagementprozesses, ist des PQM hellblau hinterlegt.

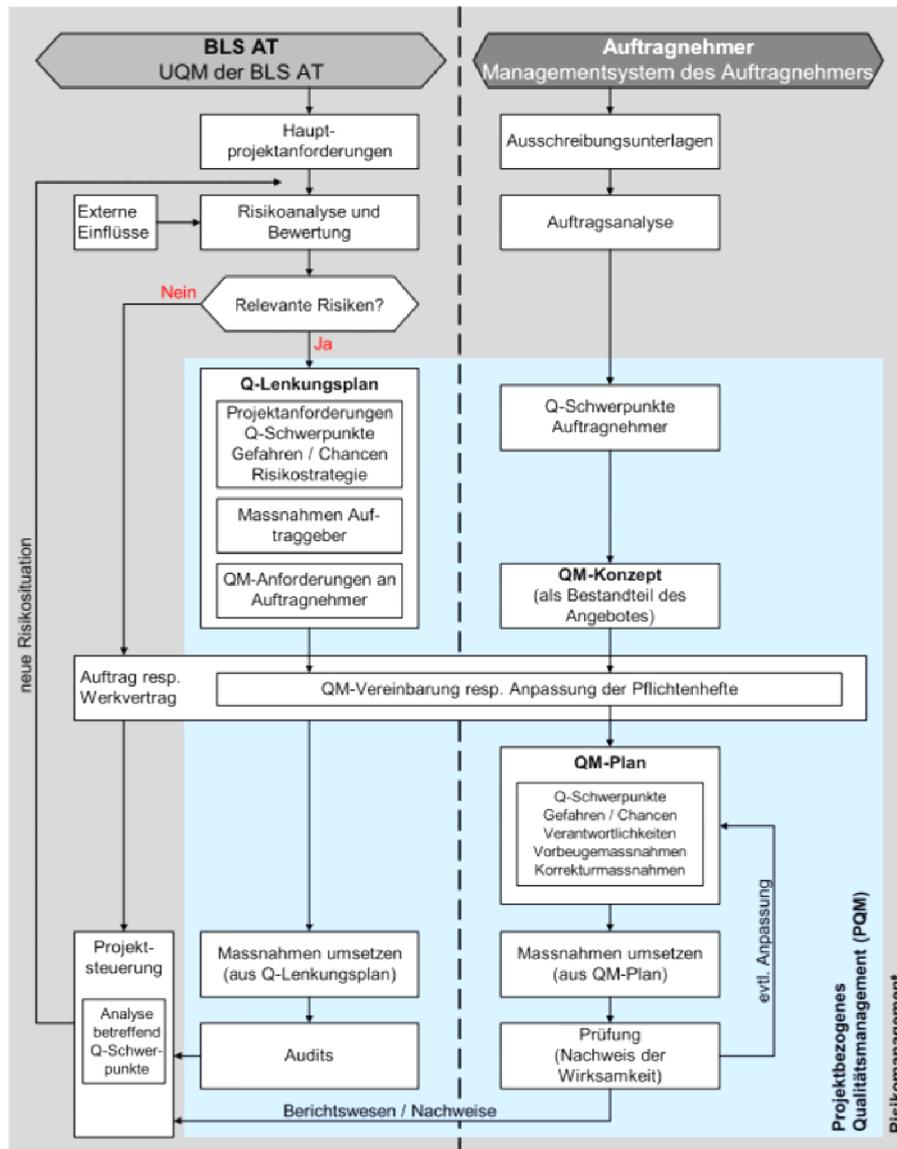


Abb. 36: PQM als Teil des Risikomanagements, aus [26, S.51]

Vonseiten der BLS AlpTransit AG ist der Q-Lenkungsplan das zentrale Element des PQM. Dieser dokumentiert die Grundlagen (Projektanforderungen, Ergebnis der Risikoanalyse), Resultate und die Umsetzung der Arbeitsschritte auf Stufe der Bauherrin. Zur Ausarbeitung

des Q-Lenkungsplans wird jedem Q-Schwerpunkt eine verantwortliche Person zugeteilt. Der sogenannte „Durchführende“ arbeitet für den ihm zugeteilten Q-Schwerpunkt die QM-Anforderungen aus. Sein Aufgabengebiet lässt sich so zusammenfassen [26]:

- Aufbau der für die Bearbeitung des Q-Schwerpunkts erforderlichen Organisation
- Koordination der beteiligten Personen/Instanzen
- Verifizierung, ob die vereinbarten Maßnahmen umgesetzt werden
- Erarbeitung der QM-Vereinbarung mit dem Auftragnehmer
- Reporting und Mithilfe bei Audits<sup>12</sup>

Maßgebend ist, dass durch die Bestimmung eines „Durchführenden“ die Verantwortlichkeit für jeden Q-Schwerpunkt klar geregelt sind. Der Durchführende hat die internen Optimierungsmaßnahmen der BLS AlpTransit AG festzulegen und überdies die QM-Anforderungen der Bauherrin an die Auftragnehmer zu definieren. Die Auftragnehmer erarbeiten auf dieser Grundlage sowie aufgrund der eigenständigen Auftragsanalyse ihr eigenes Qualitätsmanagement-Konzept (QM-Konzept), siehe Abb. 36. Dieses stellt dar, wie der Auftragnehmer die QM-Anforderungen der BLS AlpTransit AG umsetzen will und wie er sein eigenes QM-System im konkreten Auftrag einzusetzen gedenkt. Auf Basis der QM-Anforderungen der BLS AlpTransit AG und dem genehmigten QM-Konzept des Auftragnehmers wird eine sogenannte QM-Vereinbarung geschlossen. Sie ist Bestandteil des Werkvertrages, das heißt die vertragliche Absicherung der relevanten Anforderungen an das Bauunternehmen. Bei Bedarf können auch die vertraglichen Pflichtenhefte angepasst werden [26].

In Abb. 36 ist zudem ersichtlich, dass der Auftragnehmer einen sogenannten QM-Plan ausarbeitet. Dieser basiert auf dem QM-Konzept. Er beschreibt im Detail, mit welchen Instrumenten und Maßnahmen der Auftragnehmer die im zugeteilten Q-Schwerpunkte optimiert. Letztlich setzen alle Projektbeteiligten die geforderten Maßnahmen in ihrem Kompetenz- und Verantwortungsbereich um: die Bauherrin mittels des Q-Lenkungsplans, die Auftragnehmer mittels ihres QM-Planes.

Aufgrund der Größenordnung des Projektes und der Vielzahl an Einflussfaktoren und Schnittstellen führt die BLS AlpTransit AG zu bestimmten Themen gesondert spezielle organisatorische Anordnungen aus, siehe Tab. 19. Besonders die Sicherheit und der Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer hat oberste Priorität. Als verantwortliche Person wird daher der Vorsitzende der Geschäftsführung, Herr Peter Teuscher, bestimmt. In einem

---

<sup>12</sup> Das Reporting betrifft die Kontrolle des Risikomanagementprozesses und wird im nächsten Kapitel 0 behandelt.

eigenen Kapitel des Organisationshandbuches wird betont, „*wer Sicherheit will, muss sich dazu bekennen, Ziele setzen und entsprechend agieren*“ [26, S.22]. Zentrale Elemente des entsprechenden Maßnahmenkonzeptes sind die sogenannten „integralen Sicherheitspläne“, die die Projektingenieure vor der Ausschreibung der einzelnen Aufträge für jedes Bau- und für die verschiedenen Gefahrenbereiche (Mensch, Wasser, Gas, Feuer, Strom etc.) erstellen müssen. Außerdem wird für die großen Untertagebaustellen jeweils eine Sicherheitskommission SIKO mit folgenden Vertretern einberufen [26]:

- Bauherrin
- Oberbauleitung OBL
- Örtliche Bauleitung öBL
- Bauunternehmung
- Beauftragter Sicherheit
- Schweizerische Unfall-Versicherungsanstalt SUVA
- Dienststelle für Arbeitnehmerschutz DAS
- Feuerwehr
- Spezialisten (Naturgefahren, Geologie, Gas, Umwelt)

**Tab. 19: Signifikante Maßnahmen beim Projekt Lötschberg Basistunnel**

Maßnahme	Kommentar
<b>Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz</b>	Die Arbeitssicherheit der Beschäftigten hat oberste Priorität. Es sind alle strukturell und materiell erforderlichen Maßnahmen zu setzen und die notwendigen personellen und sachlichen Mittel bereitzustellen.
<b>Vollzugs- und Auflagenkontrolle</b>	Die BLS AlpTransit AG hat zu gewährleisten, dass die im Projekt vorgesehenen Tätigkeiten, Maßnahmen und Anweisungen entsprechend den genehmigten Unterlagen umgesetzt werden.
<b>Nachweisplanung</b>	Mittels eines systematischen und schrittweise durchgeführten prüft die BLS AlpTransit AG die Funktionsfähigkeit und Betriebssicherheit aller Anlagen und Einrichtungen sowie deren Zusammenspiel in allen Betriebszuständen, das heißt auch im Störungs- und Wartungsfall.

Zusammenfassend ist das projektbezogene Qualitätsmanagement PQM als jenes Instrumentarium zu nennen, mit dem die erforderlichen Maßnahmen geplant und umgesetzt

werden. Es regelt die diesbezüglichen Aufgaben der Auftraggeberin BLS AlpTransit AG, der beteiligten Auftragnehmer sowie die relevanten Schnittstellen. Für einen Gesamtüberblick sei nochmals auf Abb. 36 verwiesen.

### C.2.6 Überwachung und Nachbetrachtung

Die Überwachung der Risikoanalyse und der gesetzten Maßnahmen ist notwendig, um die gewünschten Wirkungen - Reduktion von Gefahren und Nutzung von Chancen - tatsächlich erzielen zu können. Die Prozessdarstellung in Abb. 36 macht deutlich, dass erst durch die Kontrolle der Kreislauf Risikomanagementprozesses geschlossen werden kann. Durch sie wird die Prozessabwicklung überprüft und im Bedarfsfall korrigiert. Wichtigstes Element der Risikoüberwachung beim Projekt Lötschberg Basistunnel sind die periodisch auszuarbeiteten Standberichte. Die NCW gibt vor, dass diese halbjährlich zu erstellen sind und eine Zusammenfassung des Risikomanagements mit einer Beschreibung der Gefahren, Chancen und der geplanten Maßnahmen sowie eine Beschreibung und Beurteilung der Restrisikosituation enthalten müssen. In den Standberichten erläutern die „Durchführenden“ der BLS AlpTransit AG die Risikosituation im Bereich der ihnen zugeteilten Q-Schwerpunkte [26].

Die BLS AlpTransit AG überprüft den Umsetzungsgrad und die Wirksamkeit des Risikomanagements im Rahmen der ordentlichen Audits. Ein Audit ist allgemein *„ein systematischer, unabhängiger und dokumentierter Prozess“* zur Auswertung von Aufzeichnungen und Informationen, um zu ermitteln, inwieweit die zugrundegelegten Anforderungen (Referenz) erfüllt sind [7, S.11]. Damit ist die Risikoüberwachung in das geregelte Sitzungs- und Berichtswesen der BLS AlpTransit AG integriert. Es ist Standardtraktandum in den ordentlichen Sitzungen, wodurch der Informationsfluss im Risikomanagementprozess gewährleistet ist [7].

#### **Der Schlussbericht Risikomanagement – Reflexion des Gesamtprozesses**

Nach Projektabschluss, im Jahr 2008, verfasst die BLS AlpTransit AG den „Schlussbericht Risikomanagement“. Dieser Bericht enthält alle relevanten Vorgaben des Organisationshandbuches und der NEAT-Controlling-Weisung und erläutert die Grundsätze sowie die Anwendung des Risikomanagementprozesses im Projekt (siehe Tab. 20).

Außerdem werden die gemachten Erfahrungen erläutert und Empfehlungen für zukünftige Projekte gegeben<sup>13</sup>.

**Tab. 20: Inhalt des „Schlussbericht Risikomanagement“ der BLS AlpTransit AG [26]**

Kapitel	Inhalt
<b>Grundlagen</b>	Auflagen des Bundes Risikopolitik der BLS AlpTransit AG
<b>Konzept</b>	Managementsystem und Führungsinstrumente Risikobeurteilung Risikobewältigung Risikoüberwachung
<b>Anwendung</b>	Projektphasen und Fachbereiche Signifikante Maßnahmen
<b>Fazit</b>	Erfahrungen Interne und externe Einflussfaktoren Empfehlungen
<b>Beilagen</b>	NEAT-Controlling-Weisung, Kapitel Risikomanagement Organisationshandbuch, Kapitel Risikomanagement Organisationshandbuch, Kapitel Sicherheit und Gesundheitsschutz Besondere Bestimmungen zu Vertrag TU ABK, Anhang 701 – Q-Lenkungsplan Beiträge aus den Standberichten BLS AlpTransit AG Nr. 16 bis 29

<sup>13</sup> Der „Schlussbericht Risikomanagement“ dient aufgrund seiner übersichtlichen und informativen Darstellungen als Hauptquelle für die Ausarbeitung dieses Arbeitskapitels.

## C.3 Projekt Neue Unterinntalbahn

### C.3.1 Allgemeine Projektinformation

Die neue Unterinntalbahn ist eine zweigleisige Eisenbahnstrecke in Tirol, Österreich. Der Großteil der 40,1km langen Trasse besteht aus Tunnelanlagen, Galerie- und Wannengebäuden. Seit Dezember 2012 läuft der fahrplanmäßige Betrieb [46].



Abb. 37: TEN-Projekt Nr. 1, Eisenbahnachse Berlin - Palermo [62]

Das Projekt Neue Unterinntalbahn ist Teil des transeuropäischen Eisenbahn-Hochleistungsnetzes. Als nördliche Zulaufstrecke des Brenner Basistunnels (BBT) ist es ein Kernelement der TEN 1-Achse Berlin - Palermo, siehe Abb. 37. Im Projektgebiet überlagert sich der europäische Nord-Süd-Verkehr mit dem innerösterreichischen Ost-West-Verkehr. Dem erhöhten Verkehrsaufkommen kann durch den Neubau, der die bestehende Strecke ergänzt, entgegengesteuert werden. Die Neue Unterinntalbahn ermöglicht zudem eine Entflechtung von Güter- und Personenverkehr. Die zum großen Teil untertage liegende Strecke bewirkt eine Reduktion der Lärmbelastung im Tiroler Unterland [74].

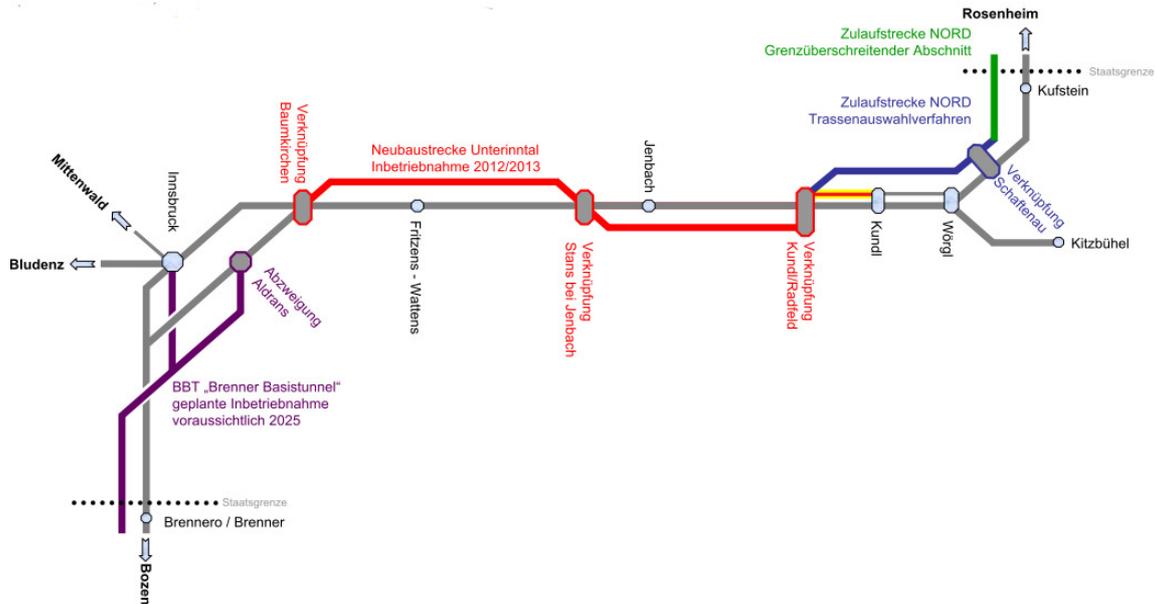


Abb. 38: Übersichtsskizze Neue Unterinntalbahnen (rot), aus [50, S.8]

Die neue Unterinntalbahnen führt von Kundl nach Baumkirchen im Bundesland Tirol, Österreich. Wie in Abb. 38 ersichtlich mündet sie im Westen in die Bestandstrecke Richtung Innsbruck bzw. in den Inntaltunnel (Umfahrung Innsbruck), der später nahtlos in den Brenner Basistunnel übergehen wird. Im Osten soll die Strecke in einem zweiten Ausbauschritt von Kundl bis Rosenheim, Deutschland fortgesetzt und so die Zulaufstrecke Nord vervollständigt werden.

Das Projekt wird von der ÖBB Infrastruktur AG errichtet<sup>14</sup>. Diese plant, baut und betreibt die gesamte Schieneninfrastruktur der Österreichischen Bundesbahnen. Somit tritt sie auch als Betreiberin der Bahnstrecke auf. Das Bauprojekt fällt organisatorisch in die Verantwortung des Geschäftsbereichs Neu- und Ausbau (siehe Abb. 39). Als Bauherrschaft ist die ÖBB Infrastruktur AG für die gesamte Bauabwicklung von der Finanzierung über Genehmigungsverfahren bis zur Bauausführung zuständig.

<sup>14</sup> Zu Projektbeginn 1996 wird für die Errichtung der Neuen Unterinntalbahnen die Brenner Eisenbahn GmbH (BEG) gegründet. Sie wird 2005 Tochtergesellschaft und 2009 vollständig in die ÖBB Infrastruktur AG eingebettet.

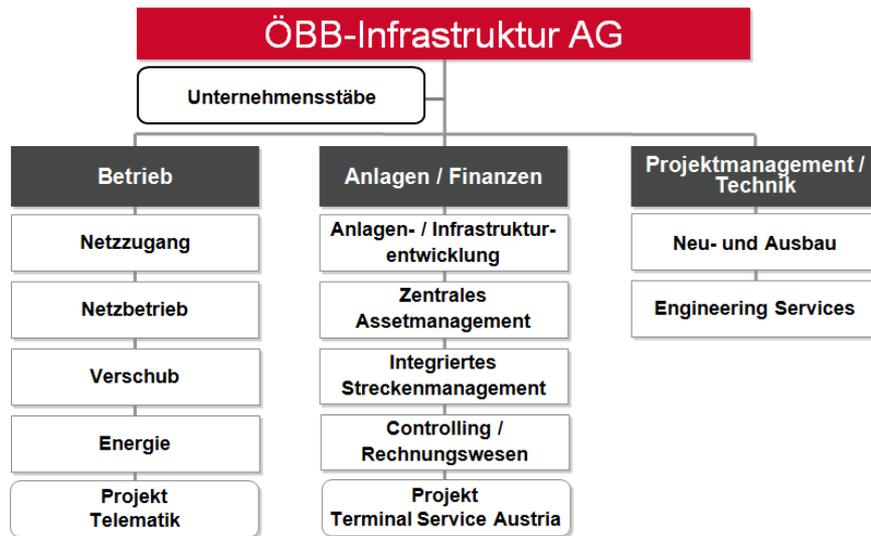


Abb. 39: Organigramm der ÖBB Infrastruktur AG [Quelle: interne Projektunterlagen]

### Technische Projektbeschreibung

Die neue Unterinntalbahn ist als zweigleisige Hochleistungstrasse konzipiert, die die bestehende Trasse ergänzt. Für den Verkehrsaustausch zwischen Neubaustrecke und Bestand werden in den Ortschaften Baumkirchen, Stans und Radfeld drei Verknüpfungsstellen errichtet (siehe Abb. 38).

Für die Rohbauphase wird das Projekt in die folgenden zehn Hauptbaulose gegliedert, weiters werden zwei Oberflächenbaulose, ein Landschaftsbaulos und zwölf Ausrüstungsbaulose festgelegt:

- H1: Kundl – Radfeld
- H2-2: Radfeld Mitte
- H2-1: Radfeld Brixlegg
- H3-4: Münster – Wiesing
- H3-6: Tiergartentunnel
- H8: Jenbach
- H4-3: Stans
- H5: Vomp – Terfens
- H6: Galerie Terfens
- H7: Fritzens - Baumkirchen

Die Neubaustrecke verläuft teilweise in dicht besiedeltem Gebiet und im Grundwasserbereich. Im Trassenverlauf ist der Inn sowie die Autobahn A12 mehrmals zu queren. Es kommen in Summe unterschiedliche, teils aufwendige Baumethoden zum Einsatz

(vgl. Abb. 40 und Abb. 41). Für das Sicherheitskonzept sind zahlreiche Rettungsstollen bzw. Schächte herzustellen. Die Tunnelbauwerke werden mit zwei Tunnelbohrmaschinen und konventionell vorgetrieben. Tab. 21 fasst die wesentlichen Projektinformationen zur Neuen Unterinntalbahn zusammen.

Tab. 21: Datenblatt Neue Unterinntalbahn

Projekt	Neue Unterinntalbahn
Errichter	ÖBB Infrastruktur AG
Tunnelsystem	Zweigleisige Eisenbahnstrecke mit Tunnelanlagen, Galerie- und Wannebauwerken
Standort	Kundl – Baumkirchen, Tirol, Österreich
Meilensteine	1995 Beginn Projektentwicklung 2003 Offizieller Baubeginn 2009 Abschluss Tunnelausbrucharbeiten 2012 Inbetriebnahme
Technische Daten	40,1km Gesamtlänge 30,6km Tunnelanlagen 2,3km Wannebauwerke 1,3km Galeriebauwerke 5,9km offene Streckenführung 5,9 Mio. m <sup>3</sup> Aushub- und Ausbruchmaterial

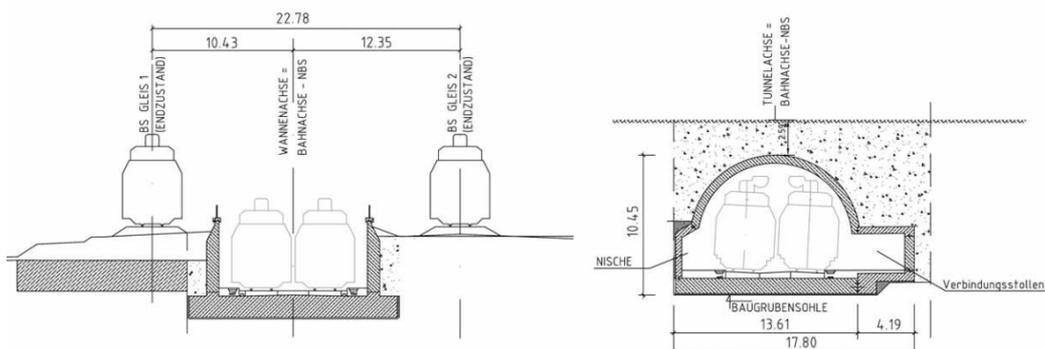


Abb. 40: Trassenquerschnitte der Neuen Unterinntalbahn: Wannebauwerk (links) und offene Bauweise als Beispiele, aus [28, S.2]

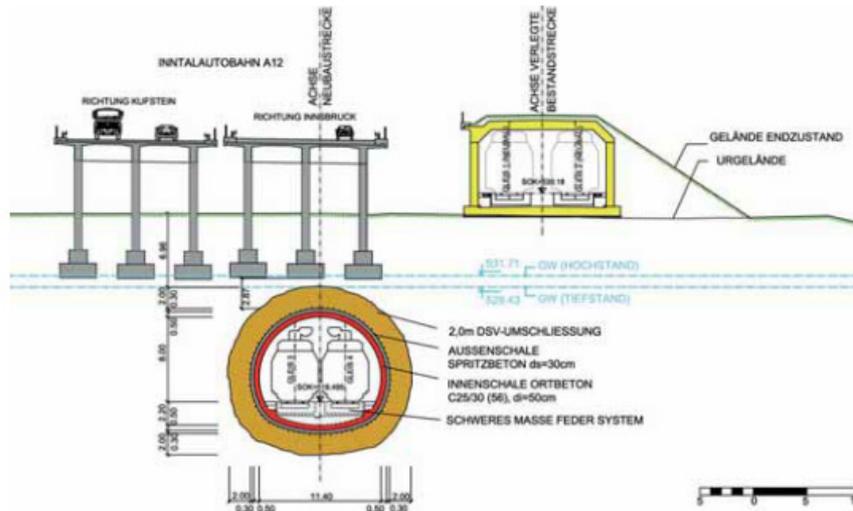


Abb. 41: Tunnel unter der Autobahn A12 in bergmännischer Sonderbauweise mit Düsenstrahlverfahren, aus [29, S.2]

### C.3.2 Chancen- und Risikomanagement: Rahmenbedingungen und Strategie

Den folgenden Ausführungen sei die projektintern gewählte Begriffsdefinition vorangestellt: Risiko wird als wertneutraler Begriff verwendet und umfasst sowohl Chancen als auch Gefahren<sup>15</sup>.

Als Grundlage des gesamten Risikomanagementsystems ist die Chancen- und Risikostrategie dem weiteren Prozess gedanklich vorangestellt und definiert Grundsätze für den Umgang mit Chancen und Risiken (vgl. Kap. B.2.1). Im Blickwinkel dieser Definition ist festzustellen, dass im Projekt Neue Untertalbahn zu Projektbeginn keine Leitlinien oder Strategien für das Risikomanagement definiert werden. Heute existieren vonseiten der ÖBB Infrastruktur AG neben dem allgemeinen Zielbild, das die „Kosten- und Zeitstabilität der Projekte“ als Zielsetzung nennt, auch Verfahrensanweisungen für das Risikomanagement [73, S.5]. Diese sind zu Projektbeginn aber noch nicht vorhanden, zudem ist die als Errichterunternehmen gegründete Brenner Eisenbahn GmbH anfangs noch nicht Teil der ÖBB Infrastruktur AG. Im Unterschied zum Projekt Lötschberg Basistunnel existieren auch keine übergeordneten Vorgaben wie die NEAT-Controlling-Weisung.

Das projektinterne Risikomanagement wird im Jahr 2003 auf Stand des genehmigten Projektes, noch vor der Ausführungsplanung, aufgesetzt. In der Anfangsphase gibt es noch

<sup>15</sup> Zu beachten ist der Unterschied zwischen dieser projektinternen Begriffsdefinition und der dieser Arbeit zugrunde gelegten Begriffsdefinition. Ist in diesem Kapitel von Risiko oder Risikomanagement die Rede, ist folglich auch die Chance bzw. das Chancenmanagement inbegriffen.

keine Vorgaben speziellen Vorgaben oder Festlegungen. Im fortschreitenden Projektverlauf stellen die ÖGG-Richtlinie 2005 und das ÖBB Handbuch Kostenermittlung die wichtigsten Grundlagen dar [9, 72]. Die ÖGG-Richtlinie 2005 stellt das Risikomanagement als Kreislauf dar, bestehend aus Identifikation, Einschätzung und detaillierter „Bewertung des Risikos, aus der sich dann die einzelnen Maßnahmen zur Risikobewältigung ergeben“ [9, S.20]. Sie nennt außerdem qualitative und quantitative Methoden der Risikobeurteilung. Inhaltlich liegt der Fokus aber nur auf der Abschätzung der Risikokosten.

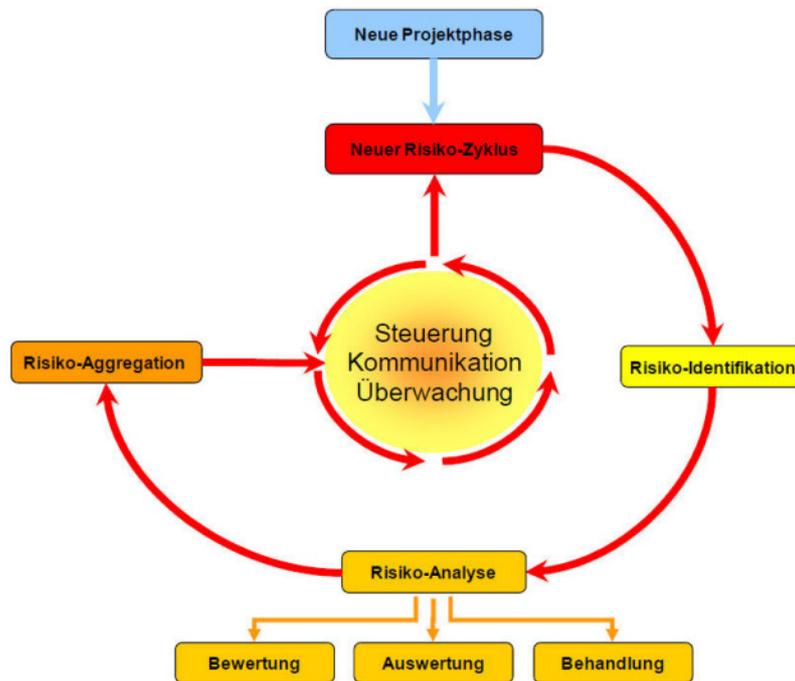


Abb. 42: Der Risikomanagementprozess im Projekt Neue Unterinntalbahn, aus [87, S.31]

Im Jahr 2011 werden die Prozesse unter leitender Mitwirkung der RiskConsult GmbH<sup>16</sup> neu überarbeitet. Diese stützt sich auf den in Abb. 42 skizzierten Risikomanagementprozess und definiert die folgenden Ziele:

- „Ermöglichung eines „systematischen Feedbacks zu möglichen Risiken der Projektabwicklung
- Minimierung von Risiken und Nutzung von Chancen
- Erkennung und Setzung rechtzeitiger Vorbeugemaßnahmen
- Dokumentation der Sorgfaltspflicht in der Behandlung von Risiken

Diese Ziele werden erreicht durch:

<sup>16</sup> RiskConsult GmbH ist ein Beratungsunternehmen mit den Schwerpunkten Kosten- und Risikoermittlung sowie Softwareentwicklung mit Sitz in Innsbruck, Tirol.

- *Erfassung möglichst aller erkennbarer Risiken sowie Bewertung der als relevant identifizierten Risiken*
- *Vermeidung bzw. Minderung von Risiken durch entsprechende Planung und organisatorische Maßnahmen (präventive Risikominimierung)*
- *Systematische Handhabung des Restrisikos (z.B. Sicherheitsmanagement, Krisenmanagement, etc.)“ [87, S.31-32].*

So lässt sich das Risikomanagement im Projekt Neue Unterinntalbahnen in mehrere Phasen unterteilen: Einer anfänglichen Phase ohne festgelegter Rahmenbedingungen und Grundsätze folgt die Einbindung der ÖGG-Richtlinie 2005 und später die Weiterentwicklung des Risikomanagementprozesses mithilfe externer Beratung.

### C.3.3 Chancen- und Risikoidentifikation

Die Erfassung möglichst aller erkennbaren Risiken ist das ausgewiesene Ziel der Risikoidentifikation im Projekt. In Anlehnung an die ÖGG-Richtlinie 2005 wird projektintern die folgende Gliederung gewählt [9, S.23]:

- Politische Risiken
- Verfahrensrisiken<sup>17</sup>
- Wirtschaftliche Risiken
- Technische Risiken (inkl. Baugrundrisiken)

In Zusammenarbeit mit der Risk Consult GmbH wird im Jahr 2011 die Einteilung zum Risikokatalog aus Tab. 22 weiterentwickelt.

---

<sup>17</sup> Als Randnotiz sei angemerkt, dass bei einem Infrastrukturprojekt dieser Größenordnung bis heute 2 Umweltverträglichkeitsprüfungen, 12 eisenbahnrechtliche, 27 naturschutz- und forstrechtliche, 31 straßenrechtliche und 139 wasserrechtliche Verfahren, sowie 4 Verfahren nach dem Mineralrohstoffgesetz und ein Anzeigeverfahren nach dem Luftfahrtgesetz abgewickelt werden.

Tab. 22: Risikogruppen im Projekt Neue Unterinntalbahh [87]

Risikogruppe (Ober-/Untergruppe)	Kommentar
<b>Vertrag</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fehlende/entfallende Leistungen</li> <li>▪ Mengenabweichung</li> <li>▪ Vertragsgestaltung</li> <li>▪ System- und Verfahrensoptimierungen</li> <li>▪ Einhaltung behördlicher/externer Auflagen</li> </ul>	Zur Vertragsbasis abweichende Leistungen, die notwendig sind, damit das Urprojektziel erreicht werden kann
<b>Bestelländerung</b>	Geänderte Projektanforderungen durch den AG
<b>Baugrund</b>	Kostenänderungen, die ihre Ursache in unzulänglich bekannten Untergrundverhältnissen haben
<b>Markt</b>	Kostenänderungen, die ihre Ursache in der allgemeinen Entwicklung der Preise in den Beschaffungsmärkten haben
<b>Finanzierung</b>	Risiken durch abweichende Finanzierung
<b>Projektumfeld</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Öffentlichkeitsarbeit</li> <li>▪ Infrastrukturelle Grundversorgung</li> <li>▪ Externe Schnittstellen</li> <li>▪ Gesetze/Richtlinien/Vorschriften/Auflagen</li> <li>▪ Bestand</li> <li>▪ Sicherheit</li> </ul>	Externe Einwirkungen
<b>Intern</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Personal (intern)</li> <li>▪ Organisation</li> </ul>	Kostenänderungen infolge Änderung aus eigener Sphäre
<b>Vertragspartner</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schnittstellenmanagement</li> <li>▪ AN (Baufirma)</li> <li>▪ Dienstleister</li> </ul>	Kostenänderungen im Zusammenhang mit Projektbeteiligten ohne Leistungsänderung
<b>Höhere Gewalt</b>	Kostenänderungen, die ihre Ursache in den Auswirkungen höherer Gewalt haben
<b>Projektspezifische Sonderfälle</b>	Nicht zuordenbare/einmalige Risiken

### Methoden und Vorgehensweise der Chancen- und Risikoidentifikation

Die Risikoidentifikation wird losbezogen durchgeführt. Bezüglich der Einteilung in die zehn Hauptbaulose sei auf die technische Projektbeschreibung in Kap. C.3.1 verwiesen. Der Projektleiter als jeweiliger Wissensträger untersucht zuerst sein Los anhand des

Losstrukturplans systematisch nach potentiellen Gefahren<sup>18</sup>. Dabei werden auch die Erfahrungen der beteiligten Planer, Bauunternehmen und Bauaufsichten berücksichtigt. Die Ergebnisse werden dem Geschäftsbereichsleiter, den Projektmitarbeitern des Controlling und der begleitenden Kontrolle SCHIG<sup>19</sup> präsentiert. Es findet eine Gruppendiskussion mit eventueller Adaption der Ergebnisse statt.

### C.3.4 Chancen- und Risikobeurteilung

Vorweg ist anzumerken, dass beim Projekt Neue Unterinntalbahn die Identifikation und die Beurteilung von Risiken in einem Schritt, der Risikoanalyse, stattfinden.

Im Projekt wird auf eine qualitative Beurteilung (Risikomatrix) verzichtet. Der Fokus liegt auf der rein monetären, quantitativen Abschätzung der Risiken, aus der die Risikovorsorge für das Projekt bestimmt wird. Die quantitative Beurteilung kann aufgrund der Detailliertheit und der kontinuierlichen Bearbeitung über den gesamten Projektverlauf hinweg als priorisierte Aufgabe des Risikomanagements im Projekt Neue Unterinntalbahn betrachtet werden.

Die Risikovorsorge wird in den ersten Jahren von 2003 bis 2006 vom Management ohne Einbindung der Projektleiter ermittelt, ab 2006 werden die Projektleiter der einzelnen Baulose in die Risikobeurteilung einbezogen. Es findet noch keine Aufschlüsselung der Risiken in Ausmaß und Eintretenswahrscheinlichkeit statt, sondern es wird für jedes Risiko ein deterministischer Wert geschätzt. Ab dem Jahr 2010 wird in Zusammenarbeit mit dem Beratungsunternehmen Risk Consult GmbH eine Risikoanalyse auf probabilistischem Niveau installiert [93]. Diese soll im Folgenden erläutert werden.

#### **Probabilistische Risikoanalyse mit dem Softwaretool RIAAT**

Maßgebendes Konzept der ab dem Jahr 2010 durchgeführten quantitativen Risikobewertung ist die Abschätzung des Ausmaßes eines Risikos mithilfe von statistischen Verteilungen. Statt eines deterministischen Wertes wird häufig eine Dreiecksverteilung verwendet. Sie basiert auf der sogenannten Dreipunktschätzung des minimalen, des erwarteten und des maximalen Wertes (vgl. dazu Abb. 16).

Die Berechnung eines Risikos aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Ausmaß sowie die Überlagerung der Einzelrisiken erfordern den Einsatz von Simulationsmethoden (z. B.

---

<sup>18</sup> In der ersten Umsetzungsphase des Risikomanagementprozesses werden ausschließlich negative Risiken (=Gefahren) betrachtet. 2011 führt die Risk Consult GmbH den Chancenbegriff im Projekt ein.

<sup>19</sup> Die Schieneninfrastruktur-Dienstleistungs mbH ist ein Staatsunternehmen, das das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) bei der Kontrolle der Finanzierung von Schieneninfrastrukturprojekten und der Überwachung von vertraglichen Verpflichtungen unterstützt.

Monte-Carlo-Simulation, vgl. 0). Diese können nur mit geeigneter Softwareunterstützung bewerkstelligt werden. Im Projekt wird die Risikoanalyse-Software RIAAT („Risk Administration and Analysis Tool“) verwendet, die speziell für das operative Risiko- und Kostenmanagement im Bauwesen entwickelt wurde [83].

Tab. 23: Bewertungsmaßstab der Eintretenswahrscheinlichkeit, aus [87, S.6]

Eintritts- Wahrscheinlichkeit	Verbale Beurteilung
100%	Absolut sicher (tritt immer ein)
95% – 100%	Außerordentlich wahrscheinlich
85% - 95%	Sehr wahrscheinlich
70% - 85%	Wahrscheinlich
50% - 70%	Sehr möglich
30% - 50%	Möglich
15% - 30%	Durchaus möglich
5% - 15%	Unwahrscheinlich
0% - 5%	Sehr unwahrscheinlich

Der Einsatz von RIAAT soll anhand des beispielhaften Risikos „Verformungen Baugrubenverbau“ erläutert werden. Die Eintrittswahrscheinlichkeit des Risikos wird in Anlehnung an den Bewertungsmaßstab aus Tab. 23 deterministisch mit 25% beurteilt. Zur Beurteilung des Ausmaßes wird das Risiko in vier Untergruppen gegliedert. Im Falle des Eintritts ergeben sich aus den erforderlichen Sanierungsarbeiten Planungs-, Material-, Lohn- und zeitgebunden Kosten (siehe Abb. 43). Für jeden Kostenfaktor werden eigene Dreipunktschätzungen für die Menge und den Preis ermittelt, wodurch sich acht Dreiecksverteilungen ergeben. Die Simulation liefert die in Abb. 44 dargestellten Ergebnisse. Das deterministische, erwartete Risikopotential beträgt für den Beispielfall € 8875.-. Aus dem Histogramm und der Summenkurve ist die Verteilung des Risikopotentials abzulesen. Zum Beispiel müssten zur Deckung von 90% des Risikopotentials knapp € 42817.- eingestellt werden.

Die Aggregation der einzelnen Risikopotentiale führt zum Gesamt-Risikopotential des Projekts. Die Geschäftsführung legt einen Prozentsatz zu dessen Deckung fest. Der zugehörige Betrag wird zur Budgetierung in den jeweiligen Rahmenplan aufgenommen [86].

Kostenposition	Einheit	Eintrittswahrscheinlichkeit 25%			Eintrittswahrscheinlichkeit 25%		
		Faktor 1: Menge min.	erw.	max.	Faktor 2: Preis in € min.	erw.	max.
Planungskosten	h	10	15	25	50	60	70
Anker	m	500	800	1.300	15	21	30
Lohnkosten	Mh	50	80	130	25	30	35
Zeitgebundene Kosten	KT	0	2	5	7.500	7.700	8.000

Abb. 43: Detailbewertung des Ausmaßes des Risikos „Verformung Baugrubenverbau“ mit vier Untergruppen, aus [87, S.10]

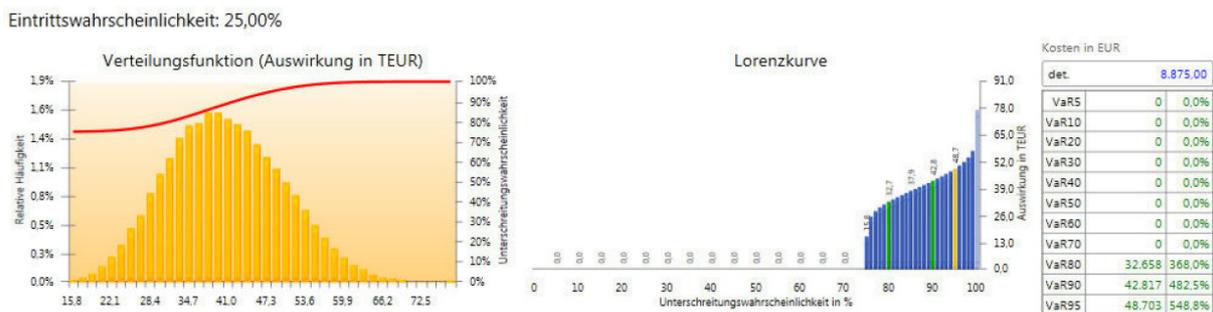


Abb. 44: Simulationsergebnis des Risikopotentials für das Risiko „Verformung Baugrubenverbau“, aus [7, S.11]

### C.3.5 Chancen- und Risikooptimierung

Hauptzweck des Risikomanagements im Projekt Neue Unterinntalbahn ist die im vorigen Kapitel erläuterte Ermittlung des Gesamt-Risikopotentials sowie der Projektgesamtkosten für die Budgetierung. Die systematische Planung und Umsetzung von aktiven Maßnahmen wird zwar in der ÖGG-Richtlinie 2005 und im später installierten Risikomanagementprozess der Risk Consult GmbH angeführt, aber im Projekt nicht explizit verfolgt.

Wohl werden aufgrund risikostrategischer Überlegungen Maßnahmen gesetzt. Dazu zählen

- die zeitlich frühere Umsetzung von risikobehafteten Baubereichen,
- die Umstellung des Bauverfahrens in einer Zone mit hohem geologischem Risiko oder

- die auf einer Risikoanalyse basierende Variantenentscheidung zwischen einer seicht liegenden bergmännischen Sonderbauweise und einem tiefliegendem Maschinenvortrieb im Los H8 [46, 99].

Trotz der Umsetzung der genannten Maßnahmen und der vorausschauenden, optimierten Arbeitsweise des Projektmanagements gibt es bei der Neuen Unterinntalbahn keine systematische Maßnahmenplanung und –umsetzung für alle Hauptrisiken. Es fehlt die aktive Risikooptimierung im Sinne eines ganzheitlichen Risikomanagementkreislaufs.

### C.3.6 Überwachung und Nachbetrachtung

Die Risikoanalyse wird im Projekt Neue Unterinntalbahn jährlich aktualisiert. So können neue Risiken identifiziert und die monetäre Bewertung angepasst werden. Hinsichtlich des Gesamt-Risikopotentials wird mithilfe von Soll-Ist-Vergleichen untersucht, welche Risiken im betrachteten Jahreszeitraum tatsächlich eingetreten sind. Nach der Aktualisierung werden diese, wie in Abb. 45 ersichtlich, als zusätzliche Kosten bezeichnet und sind nicht mehr Teil des Risikopotentials.

Es ist festzuhalten, dass die jährlich Kontrolle und Aktualisierung ausschließlich der Anpassung der Risiko-Gesamtkosten als Summe von Risikopotential und tatsächlicher zusätzlicher Projektkosten dient (siehe Abb. 45). Da keine systematische Maßnahmenplanung stattfindet, gibt es im Projekt auch keine Kontrolle der Umsetzung und Effizienz von Maßnahmen.

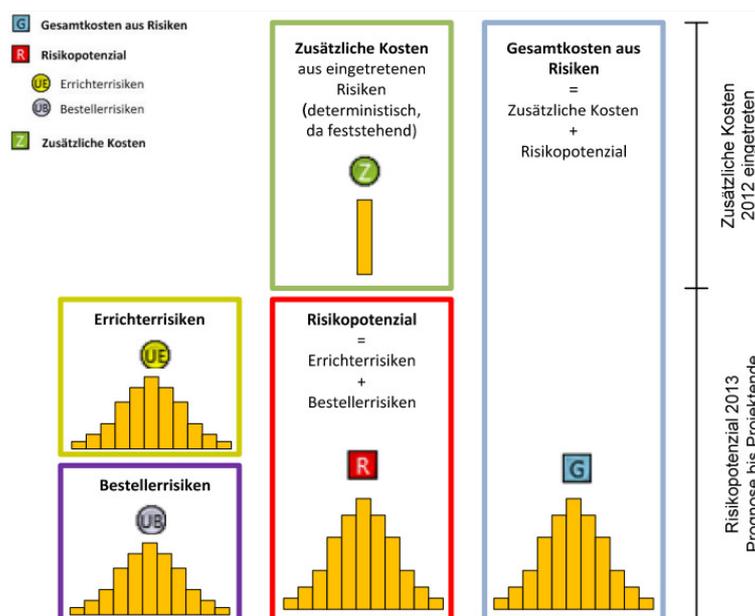


Abb. 45: Kostenbestandteile des jährlichen Risikoanalyse-Berichts, aus [87, S.4]

### **Nachbetrachtung – Projektreview Unterinntaltrasse**

Der Nachbetrachtung kommt eine besondere Bedeutung zu, da das Projekt Neue Unterinntalbahn für die ÖBB Infrastruktur ein großes Potential zur Wissensgewinnung darstellt. Es ist aufgrund der Strukturierung in mehrere Rohbaulose und der Vielzahl an eingesetzter Baumethoden geeignet, für die Planungsphase zukünftiger Großprojekt wertvolle Grundlageninformationen bereitzustellen [88].

Daher wird am Projektende eine rückblickende Analyse der Nachtragsursachen durchgeführt. Dabei werden die folgenden Ziele verfolgt:

- Systematische Feststellung und Aufbereitung der Ist-Daten aus den eingetretenen Risiken
- Erarbeitung eines Risikokategorien-Katalogs als Vorlage für weitere Projekte
- Untersuchung des Leistungsverzeichnisses zur Klärung der Frage, *„wie und in welchen Umfang Positionen zur Risikoabdeckung bereits durch den Hauptauftrag beauftragt und abgerechnet wurden“* [88, S.173].

Zur Erläuterung der detaillierten Vorgangsweise der Nachtragsanalyse sei auf die entsprechende Literatur verwiesen [88].

## C.4 Projekt Gotthard Basistunnel

### C.4.1 Allgemeine Projektinformation

Der Gotthard Basistunnel (GBT) ist ein derzeit im Bau befindlicher Eisenbahntunnel in der Schweiz. Er hat eine Länge von 57,1km und ist wie der Lötschberg Basistunnel Teil der Neuen Eisenbahn-Alpentransversale NEAT. Die planmäßige Inbetriebnahme wird im Jahr 2016 erfolgen.

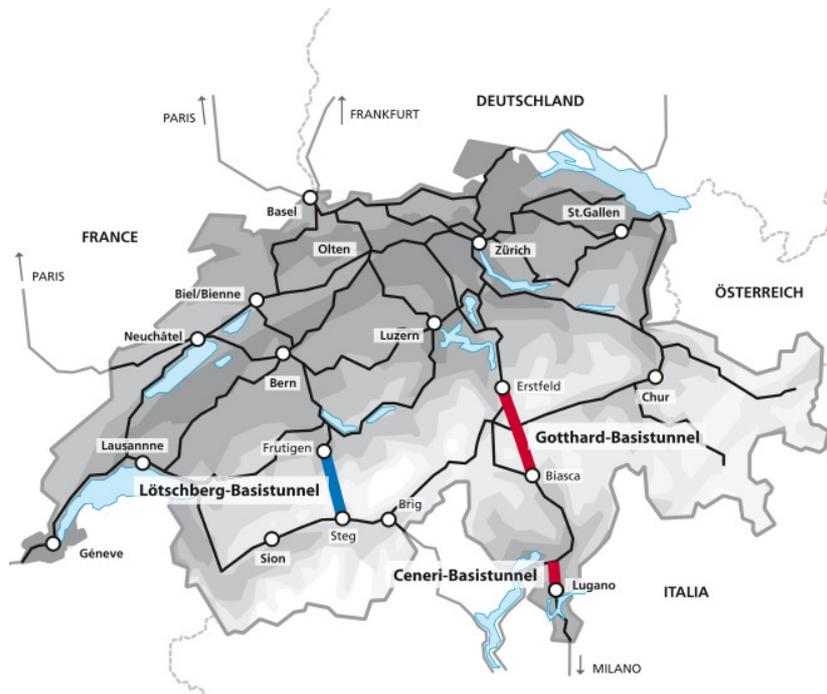


Abb. 46: Geografische Lage des Gotthard Basistunnels, aus [34, S.1]

Abb. 46 zeigt die geografische Lage des Gotthard Basistunnels. Das Nordportal befindet sich in Erstfeld im Kanton Uri, das Südportal in Bodio bei Biasca im Kanton Tessin<sup>20</sup>. Zusammen mit dem Ceneri Basistunnel bildet der Gotthard Basistunnel eine Hochleistungsstrecke des Europäischen Fernverkehrs (siehe Abb. 47). Als wesentlicher Bestandteil des NEAT-Konzeptes soll er dazu beitragen, dass sich der Güterverkehr von der Straße auf die Schiene verlagert und der Alpenraum vor Umweltbelastungen geschützt wird. Die durch die beiden Basistunnels Gotthard und Ceneri entstehende Flachbahn (vgl. Abb. 48) soll die Reisezeiten massiv verkürzen und wesentliche Energieeinsparungen im Güter- und Personentransport bringen. Neben den genannten Zielen gibt das NEAT-Konzept gleichzeitig die politischen, finanziellen und organisatorischen Rahmenbedingungen für das Projekt vor. Für detaillierte

<sup>20</sup> Der Kanton Uri zählt zur Deutschschweiz, Tessin ist italienisch-sprachig.

Informationen zum NEAT-Konzept sei auf die Ausführungen beim Projekt Lötschberg Basistunnel verwiesen (vgl. Kap. C.2.1) [16].

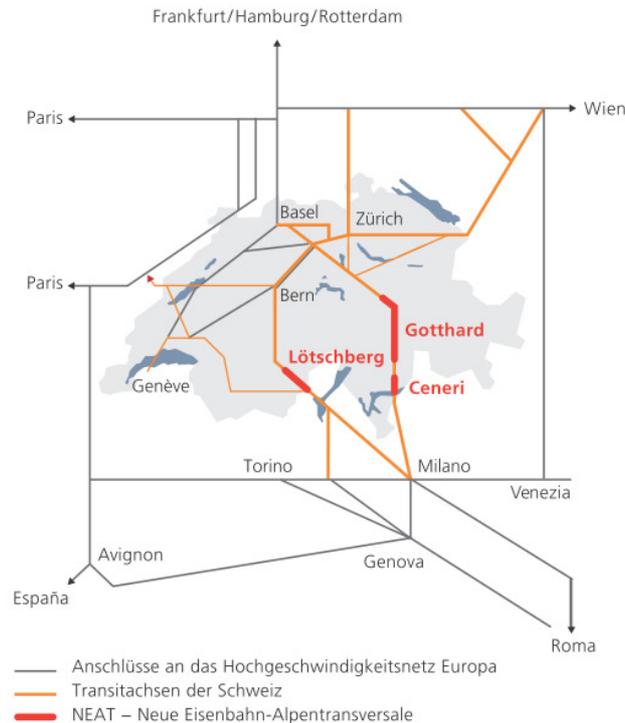


Abb. 47: Die NEAT-Projekte im Europäischen Eisenbahnnetz, aus [16, S.3]

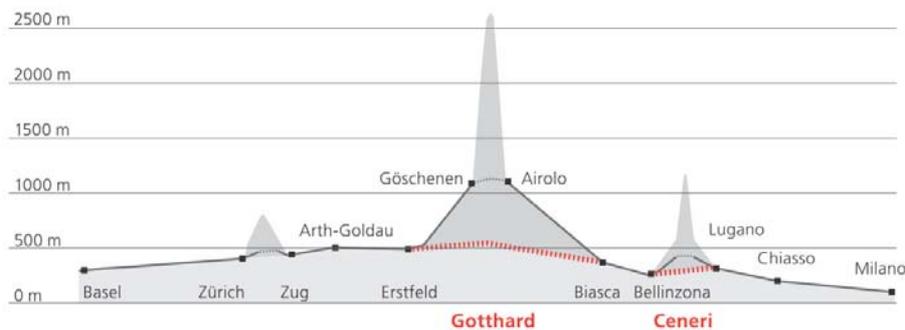


Abb. 48: Höhenunterschied zwischen Scheiteltunnel und neuer Flachbahn, aus 816, S.5]

In der Projektorganisation findet beim Gotthard Basistunnel das vom Projekt Lötschberg Basistunnel bekannte Abwicklungsmodell Anwendung. Dieses definiert die Verantwortlichkeiten für den Besteller der Projektleistung, den Errichter und den Betreiber, siehe Abb. 49. Die AlpTransit Gotthard AG (ATG) ist als Bauherrschaft für das Management des Projektes verantwortlich. Durch die Ausgliederung von den Schweizerischen Bundesbahnen in eine reine Projektmanagementgesellschaft kann eine klare Trennung zwischen Ersteller und Betreiber erreicht werden. Die Vorteile liegen in einer schlanken und

effizienten Projektorganisation und in der einfacheren Kontrolle durch die Bundesverwaltung als Vertreterin des Bestellers [95].

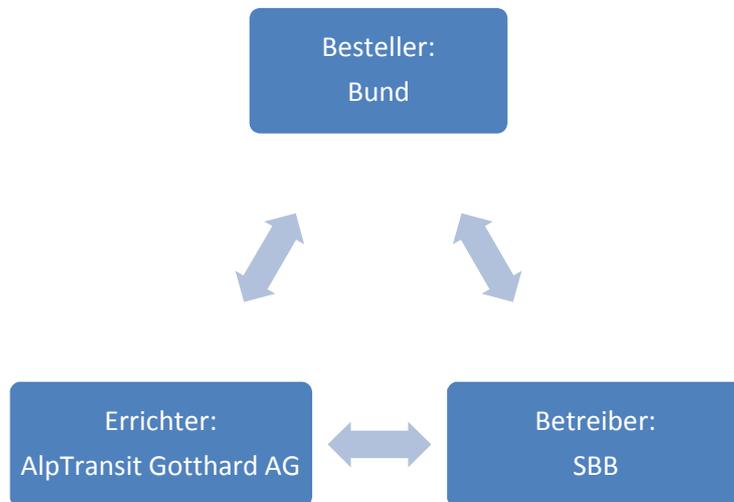


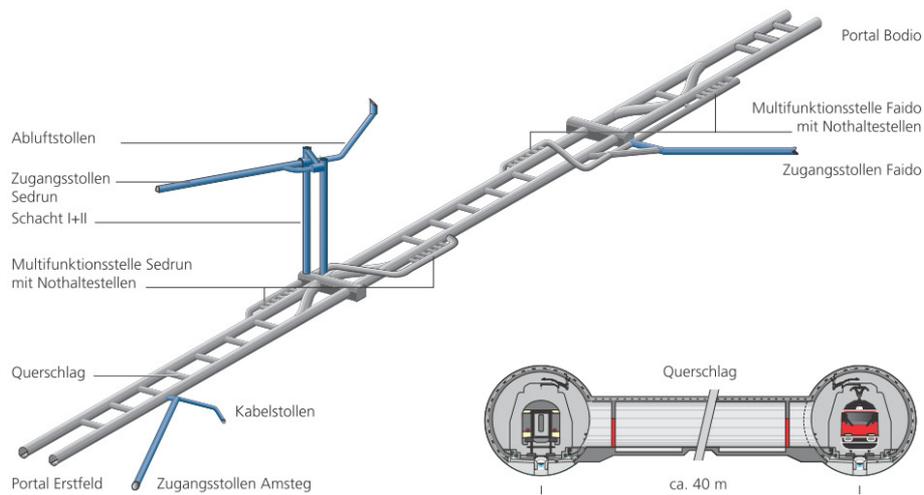
Abb. 49: Abwicklungskonzept Gotthard Basistunnel

Anzumerken ist, dass die AlpTransit Gotthard AG im Zuge des Großprojektes „NEAT-Achse Gotthard“ neben dem Gotthard Basistunnel auch für das Projektmanagement des Ceneri Basistunnel sowie den erforderlichen Bauarbeiten auf den freien Zulaufstrecken verantwortlich ist<sup>21</sup>. Insgesamt ergibt sich daraus das größte Bauprojekt der Schweiz.

### Technische Projektbeschreibung

Der Gotthard Basistunnel ist als System zweier Einspurtunnels konzipiert, die alle 313m durch Querschläge verbunden sind. Wie in Abb. 50 ersichtlich werden in Sedrun und Faido Multifunktionsstellen mit Nothaltestellen sowie Spurwechseln errichtet. In Amsteg und Faido befinden sich befahrbare Zugangsstollen, die Rettungsstation Sedrun ist über zwei vertikale, rund 800m tiefe Schächte erschlossen. Der Achsabstand der Tunnelröhren beträgt 40m [85].

<sup>21</sup> Daher gelten die im folgenden Kapitel dargestellten Ausführungen zum Chancen- und Risikomanagement für das Gesamtprojekt. In der technischen Beschreibung soll hier aber nur auf den Gotthard Basistunnel eingegangen werden.



**Abb. 50: Schema des Tunnelsystems am Gotthard, aus [16, S.12]**

Für die Planungs- und Bauphase wird der Gotthard Basistunnel in die folgenden Abschnitte aus Abb. 51 gegliedert:

- Gotthard Nord
- Erstfeld
- Amsteg
- Sedrun
- Faido
- Bodio
- Gotthard Süd

Die Bauarbeiten auf den offenen Strecken Gotthard Nord und Süd beinhalten die Anschlüsse an die bestehende Stammlinie sowie diverse Brücken und Unterführungen. Der Basistunnel wird von fünf Stellen und teilweise zeitgleich vorgetrieben. 64% des gesamten Tunnelsystems werden mit TBM ausgebrochen, der Rest im Sprengvortrieb.

Tab. 24 fasst die wesentlichen Projektinformationen zum Gotthard Basistunnel zusammen [18].



Abb. 51: Linienführung und Teilabschnitte des Gotthard Basistunnels, aus [16, S.13]

Tab. 24: Datenblatt Gotthard Basistunnel

Projekt	Gotthard Basistunnel
Errichter	AlpTransit Gotthard AG (ca. 160 Mitarbeiter)
Tunnelsystem	Einspuriger, doppelröhriger Eisenbahntunnel
Standort	Nordportal: Erstfeld, Kanton Uri, Schweiz Südportal: Bodio, Kanton Tessin, Schweiz
Meilensteine	1947 Erste Entwurfsskizzen von E.C. Gruner 1975 Vorlage des ersten Bauprojektes durch SBB 1989 Bundesrat beschließt heutige NEAT-Variante 1992 Volksabstimmung über den Bau der NEAT 1993 Spatenstich Sondierbohrungen 1995 Bundesrat genehmigt Linienführung 1998 Volksabstimmung zum FinÖV 2011 Abschluss Rohbauarbeiten 2016 Planmäßige Inbetriebnahme
Technische Daten	Länge Basistunnel: 57,1km Gesamtlänge Stollensystem: 151,8km Länge Sprengvortrieb: ca. 55km Länge TBM: ca. 97km Regel-Achsabstand Tunnelröhren: 40m Mittlerer Abstand der Querschläge: 313m Gesamtmenge Ausbruchmaterial: 28,2 Mio. Tonnen

## C.4.2 Chancen- und Risikomanagement: Rahmenbedingungen und Strategie

Den folgenden Ausführungen sei die projektintern gewählte Begriffsdefinition vorangestellt: Risiko wird als wertneutraler Begriff verwendet und umfasst sowohl Chancen als auch Gefahren<sup>22</sup>.

Als NEAT-Projekt hat für den Gotthard Basistunnel die NEAT-Controlling-Weisung (NCW) Gültigkeit, die die Grundsätze des Projekt- und damit auch des Risikomanagements festlegt. Für nähere Erläuterungen zur NCW sei auf Abb. 30 und die Ausführungen zum Projekt Lötschberg Basistunnel (Kap. C.2.2) verwiesen.

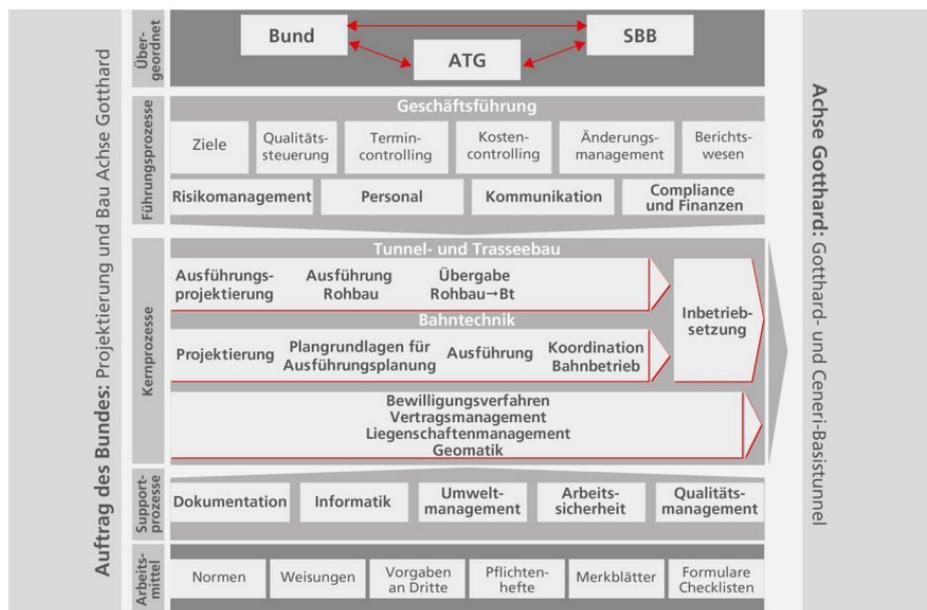


Abb. 52: Managementsystem der AlpTransit Gotthard AG, aus [65, S.6]

Das Risikomanagement ist in der Projektorganisation der AlpTransit Gotthard AG Teil der Geschäftsführung und integrativer Bestandteil des Managementsystems, wie Abb. 52 zeigt. Die Grundsätze des Risikomanagements sind im sogenannten „Leitfaden Risikomanagement“ festgelegt. Dieses von einer eigenen Arbeitsgruppe<sup>23</sup> ausgearbeitete Handbuch umfasst folgende Inhalte für den Umgang mit Risiken:

- Zielsetzungen
- Grundlagen, Konzept und Begriffsdefinitionen

<sup>22</sup> Zu beachten ist der Unterschied zwischen dieser projektinternen Begriffsdefinition und der dieser Arbeit zugrunde gelegten Begriffsdefinition. Ist in diesem Kapitel von Risiko oder Risikomanagement die Rede, ist folglich auch die Chance bzw. das Chancenmanagement inbegriffen.

<sup>23</sup> Die Arbeitsgruppe Risikomanagement besteht aus leitenden Personen aus dem Termin-/Kostencontrolling, Compliance und Berichtswesen, Qualitätsmanagement, Rechtsdienst und Vertretern der Geschäftsbereiche Tunnel- und Trasseebau, Bahntechnik und Inbetriebsetzung.

- Schritte des Risikomanagementprozesses
- Verantwortlichkeiten
- Produkte: Berichtswesen und Maßnahmenplan
- Umsetzung: Datenbank, Quantifizierung, Prozesses, Aktualisierung [17]

Mit der „*konsequenten Durchführung eines systematischen Risikomanagements*“ will die AlpTransit Gotthard AG sicherstellen, dass

- *„die Risiken nach einheitlichen Grundsätzen und in ihrem Gesamtzusammenhang frühzeitig identifiziert, bewertet und beurteilt werden*
- *die Handlungsstrategie und die Akzeptanzschwelle festgelegt und periodisch überprüft werden*
- *mit gezielten Maßnahmen die Gefahren beherrscht und die Chancen genutzt werden*
- *die Risiken systematisch und stufengerecht überwacht und mit periodischen Durchsprachen eine konsistente Maßnahmenplanung erzielt werden*
- *die Restrisiken bekannt sind und bewusst akzeptiert werden*
- *die Beurteilung der Risikosituation dokumentiert und nachvollziehbar ist*
- *die gesetzlichen Vorschriften erfüllt werden (namentlich OR 663b Ziff. 12 und OR 728a)*
- *die Prinzipien der Norm ISO 31000:2009 befolgt werden“ [17, S.5].*

Der Zweck des Risikomanagements wird in den in Tab. 25 abgebildeten Kernfragen zusammengefasst.

**Tab. 25: Von AlpTransit Gotthard AG ausformulierte Kernfragen des Risikomanagements, aus [17, S.5]**

Chancen	Gefahren
<p><i>„Was kann das Erreichen des Zieles fördern oder unterstützen? Das heißt, welche Chancen müssen wir nutzen?“</i></p>	<p><i>„Was kann das Erreichen des Zieles behindern oder gar verunmöglichen? Das heißt, welche Gefahren müssen wir beherrschen?“</i></p>

Im Projekt Gotthard Basistunnel wird der aus dem Theorieteil bekannte Risikomanagementprozess – bestehend aus Strategie, Identifikation, Beurteilung, Optimierung, Kontrolle und Nachbetrachtung - vollständig umgesetzt. Für das Verständnis der projektinternen Abläufe sind folgende Begriffsdefinitionen von Bedeutung: Unter identifizierten Risiken versteht sich die Gesamtmenge der erkannten Gefahren und Chancen. Hauptrisiken sind jene Risiken, deren Einfluss auf die Zielerreichung als stark beurteilt wird.

Es handelt sich also um eine Teilmenge der identifizierten Risiken. Das Risikopotential ist jener Teil der identifizierten Risiken, der monetär quantifiziert wird. Dies erfolgt nur für Risiken, für die die Abschätzung in Geldeinheiten sinnvoll erscheint, daher ist das Risikopotential nicht ident mit den Hauptrisiken.

Zusammenfassend ist zu bemerken, dass im Projekt Gotthard Basistunnel klare Rahmenbedingungen für den Umgang mit Risiken festgelegt sind. Die Grundsätze des Risikomanagements sind in einem eigenen Leitfaden ausgearbeitet, auf dem die Umsetzung des Risikomanagementprozesses aufbaut.

### C.4.3 Chancen- und Risikoidentifikation

„Gefahren und Chancen müssen frühzeitig erkannt und beschrieben werden“ [17, S.9].

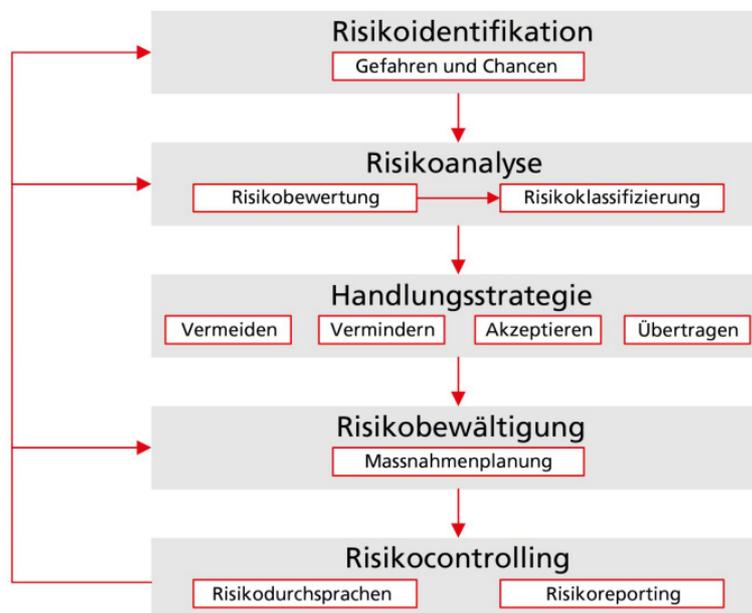


Abb. 53: Der Risikomanagementprozess der AlpTransit Gotthard AG, aus [65, S.32]

Die Identifikation von Chancen und Gefahren steht an erster Stelle des Risikomanagementprozesses, siehe Abb. 53. Ziel ist es, die Einzelrisiken möglichst vollständig in der sogenannten „Gefahren- und Chancenliste“ zu erfassen. Zur besseren Strukturierung hat die AlpTransit Gotthard AG neun übergeordnete Risikogruppen definiert, in denen sich die Einzelrisiken einordnen lassen. Die Risikogruppen sind losübergreifend einheitlich festgelegt und für die Dokumentation durchnummeriert. Die folgende

Tab. 26 zeigt beispielhaft die Risikogruppen der Ausführungsphase, analoge Listen bestehen für die Phase der Ausschreibung sowie für die übergeordneten, der Geschäftsleitung zugeordneten Risiken.

**Tab. 26: Risikogruppen der AlpTransit Gotthard AG am Beispiel der Ausführungsphase, aus [17, S.9]**

Gefahr Nr.	Chance Nr.	Rohbau	Bahntechnik
100	1100	Baugrund	Rohbau
200	1200	Änderungen/Optimierung	Änderungen/Optimierung
300	1300	Projektmanagement ATG	Projektmanagement ATG
400	1400	Ausführungsprojekt PI	Ausführungsprojekt Un Bt
500	1500	Bauleitung öBL	Bauleitung Un Bt
600	1600	Unternehmer/Bauarbeiten	Einbauarbeiten Un Bt
700	1700	Unfälle und Störfälle	Unfälle und Störfälle
800	1800	Umfeld/Arbeitsmarkt	Umfeld/Arbeitsmarkt
900	1900	Diverses	Diverses

### Methodik und Vorgehensweise der Risikoidentifikation

Vorweg ist festzuhalten, dass die Schritte der Identifikation und der Beurteilung im Projekt zeitgleich bearbeitet, aber aus Gründen der Übersichtlichkeit an dieser Stelle getrennt behandelt werden.

An der Risikoidentifikation sind neben den Mitarbeitern der AlpTransit Gotthard AG je nach Bedarf Projektingenieure und Geologen, Oberbauleitungen, örtliche Bauleitungen, Bauunternehmungen sowie externe Experten beteiligt. Es liegt in der Verantwortung des Risikomanagers, zur Ausarbeitung der verschiedenen Themenbereiche die richtigen Personen – und damit die richtigen Informationen und Erfahrungen - mit einzubeziehen [64].

Kernelement der Risikoidentifikation sind die quartalsmäßig stattfindenden Durchsprachen in den einzelnen Abschnitten des Gotthard Basistunnels. Dies sind Sitzungen mit den

Traktanden mutmaßliche Endkosten (MME) und Risikopotential, an denen die jeweiligen Abschnittsleiter und die Risikoverantwortlichen des Projektcontrollings beteiligt sind. Der Abschnittsleiter präsentiert die identifizierten Risiken seines Abschnittes, die gegebenenfalls gemeinsam diskutiert werden<sup>24</sup>. Bei den vorgetragenen Inhalten handelt es sich um aufbereitete Daten. Sie sind das Ergebnis der Analysen, die der Abschnittsleiter für seinen Bereich gemeinsam mit der Oberbauleitung, der örtlichen Bauleitung, den Projektingenieuren und gegebenenfalls mit den Bauunternehmen im Vorhinein erarbeitet hat. Dafür sind eigene Workshops bzw. Sitzungen mit Gruppendiskussionen notwendig. In Summe entsteht ein stufenweiser Prozess, an dem alle Verantwortlichen von der Baustelle bis zum Management beteiligt sind.

Die genannten Durchsprachen werden laufend wiederholt. Zu Projektbeginn sind über mehrere Monate initiiierende Workshops notwendig, um den funktionsfähigen Risikoanalyseprozess in der heutigen Form aufzusetzen. Das Risikomanagement wird von der AlpTransit Gotthard AG, basierend auf den Leitsätzen, von Anfang an gepflegt. Insgesamt sind etwa 3000 Einzelrisiken identifiziert.

#### **C.4.4 Chancen- und Risikobeurteilung**

Im Projekt Gotthard Basistunnel werden alle identifizierten Risiken semiquantitativ beurteilt. All jene Risiken, für die eine monetäre Bewertung als sinnvoll erachtet wird, werden in weiterer Folge in Geldeinheiten [CHF] quantifiziert. Beides ist vom jeweiligen Abschnittsleiter und seinem Team im Rahmen der Vorbereitungen auf die im vorigen Kapitel erläuterten Durchsprachen auszuarbeiten.

##### **Semiquantitative Risikobewertung**

Die AlpTransit Gotthard AG verwendet für die Beurteilung auf semiquantitativem Niveau den in

Tab. 27 abgebildeten Bewertungsmaßstab. Für die Eintretenswahrscheinlichkeit und das Ausmaß wird jeweils eine Kennzahl [1, 2, 3,] vergeben. Der sogenannte Risikowert errechnet sich als Produkt der beiden Faktoren. Hinsichtlich des Ausmaßes werden die vier Kriterien Kosten, Termine, Qualität/Funktionalität und Arbeitssicherheit unterschieden. Auf der sicheren Seite liegend ist immer jenes Kriterium maßgebend, das am höchsten bewertet wird.

---

<sup>24</sup> Parallel präsentiert der Abschnittsleiter die Klassifizierung und Quantifizierung der Risiken, die Gegenstand des nächsten Kapitels sind.

Im Detail ist darauf hinzuweisen, dass sich der Bewertungsmaßstab geringfügig von dem des zweiten NEAT-Projektes, dem Lötschberg Basistunnel, unterscheidet: während bei der Auswirkung auf Kosten und Termine eine kleinere Skalierung gewählt wird, wird der Maßstab der Eintretenswahrscheinlichkeit nur verbal umschrieben (vgl. dazu

Tab. 27 mit Tab. 17). Dazu merkt die AlpTransit Gotthard AG an, dass „auf eine feinere Gliederung mit Blick auf fehlende statistische Relevanzen bewusst verzichtet“ [17, S.10].

Tab. 27: Bewertungsmaßstab der semiquantitativen Risikobeurteilung, [17]

Verbale Beurteilung	klein	mittel	groß
Bewertungszahl	1	2	3
Eintretenswahrscheinlichkeit	Erfahrungsgemäß ist nicht davon auszugehen.	Während der Bauzeit nicht auszuschließen.	Damit muss gerechnet werden.
Ausmaß Kosten 	weniger als CHF 1Mio.	CHF 1 bis 10Mio.	CHF mehr als 10Mio.
Ausmaß Termine 	Weniger als 2 Monate	2 bis 6 Monate	Mehr als 6 Monate
Ausmaß Funktionalität 	unwesentlich beeinträchtigt	teilweise beeinträchtigt	stark beeinträchtigt
Ausmaß Sicherheit 	Sachschaden	Unfall mit Personen- und Sachschaden	Katastrophe

### Risikoklassifizierung mithilfe von Risikomatrizen

Die Risikoklassifizierung dient als Grundlage für die Maßnahmenplanung. Es wird entschieden, welche Risiken aktiv zu behandeln sind. Die semiquantitative Beurteilung bildet die Grundlage dafür. Chancen (englisch „Opportunities“) und Gefahren (englisch „Risks“) werden entsprechend ihrer Einschätzung in Matrizen eingetragen. Für die Klassifizierung gilt der grafische Maßstab aus Abb. 54.

Besitzt eine Chance oder eine Gefahr den Risikowert 1 (= Eintretenswahrscheinlichkeit 1 x Ausmaß 1), werden keine Maßnahmen gesetzt bzw. die Chance wirken gelassen. Ein Risikowert im Intervall [2; 4] bedeutet, dass Maßnahmen zu prüfen und gegebenenfalls umzusetzen sind. Chancen sollten genutzt werden. Ein Risikowert im Intervall [6; 9] bedeutet, dass Maßnahmen zwingend erforderlich sind, Chancen müssen aktiv genutzt werden. Es ergeben sich dadurch in der Risikomatrix verschiedene Zonen mit unterschiedlichen Handlungsanweisungen, die in Abb. 54 unterschiedlich eingefärbt und mit Großbuchstaben bezeichnet sind. Die schwarze, dickere Linie wird als Aktionsschwelle

bezeichnet. Eine Sonderbedeutung kommt auf das Feld „D“ zu: Maßnahmen sind zu prüfen und umzusetzen, obwohl der Risikowert 3 noch keine entsprechenden Aktionen vorsieht. Diese Ausnahmestellung ist durch die Charakteristik der Risiken begründet. Es handelt sich um Gefahrenszenarien mit geringer Eintretenswahrscheinlichkeit, aber hohem Schadensausmaß. Daher sind in jedem Fall entsprechende Notfallpläne auszuarbeiten.

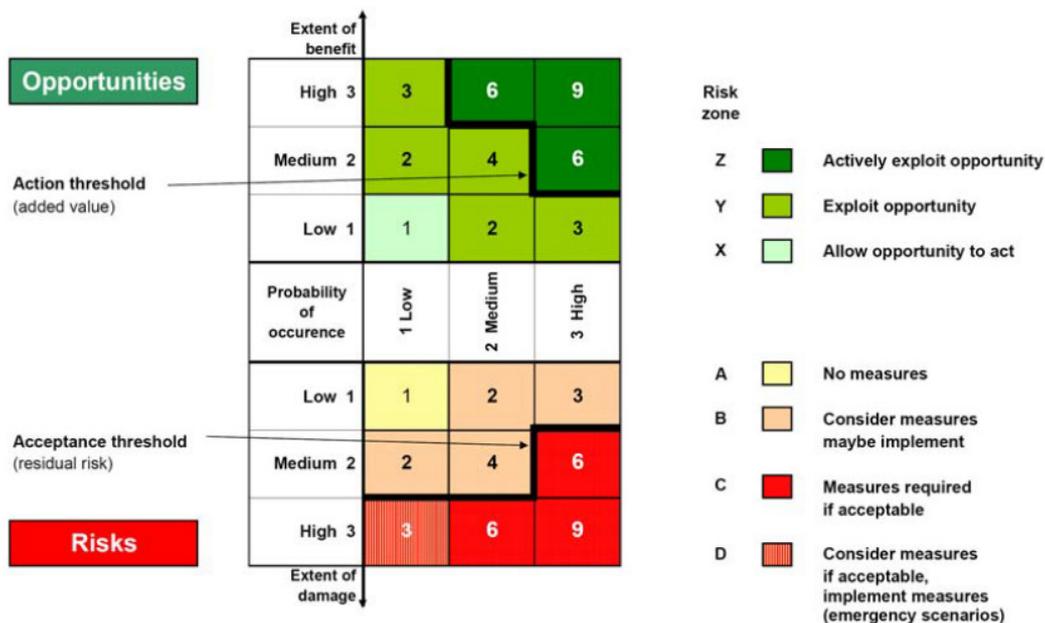


Abb. 54: Maßstab der Risikoklassifizierung der AlpTransit Gotthard AG, aus [64, S.6]

### Quantitative Risikobewertung

Die AlpTransit Gotthard AG führt im Anschluss an die semiquantitative auch eine monetäre Bewertung von Risiken durch. Die Auswahl der monetär erfassten Risiken richtet sich nach der Sinnhaftigkeit<sup>25</sup> und dem semiquantitativ geschätzten Kostenausmaß. In jedem Fall sind Risiken über der Aktionsschwelle, das heißt aus den Zonen C, D und Z in Abb. 54, monetär zu bewerten.

Im Projekt Gotthard Basistunnel liegt der Fokus der Risikobeurteilung auf der semiquantitativen Einschätzung nach

Tab. 27. Diese wird sehr detailliert ausgearbeitet. Es wird zur Überprüfung der Wirksamkeit von Maßnahmen auch zwischen Grundrisiko und Restrisiko unterschieden. Die Einstufungen bilden die Grundlage für das Risiko-Reporting und weitere Analysen. Die monetäre

<sup>25</sup> Für Risiken ohne Kostenauswirkung hat die monetäre Bewertung keinen Nutzen. Natürlich können diese Risiken aber Auswirkungen auf andere Kriterien (Qualität, Arbeitssicherheit) haben und Maßnahmen erforderlich sein.

Bewertung in Geldeinheiten dient anschließend zur Abschätzung der Projekt-Gesamtkosten, die sich aus der Addition der mutmaßlichen Endkosten und des Risikopotentials<sup>26</sup> ergeben. Im Gegensatz zur semiquantitativen Einschätzung gliedert die ATG bei der monetären Beurteilung Risiken nicht in Eintretenswahrscheinlichkeit und Ausmaß. Es wird ein einziger deterministischer Geldwert für ein Einzelrisiko abgeschätzt. In diesen Wert fließen sämtliche Informationen und Erfahrungen des Verantwortlichen ein. Dahinter steht die projektinterne Philosophie, dass die isolierte Abschätzung von Eintretenswahrscheinlichkeiten mit großer Unsicherheit behaftet ist und höhere Genauigkeit nur vortäuschen würde. In diesem Punkt unterscheidet sich die Strategie grundsätzlich vom Projekt Neue Unterinntalbahn.

### C.4.5 Chancen- und Risikooptimierung

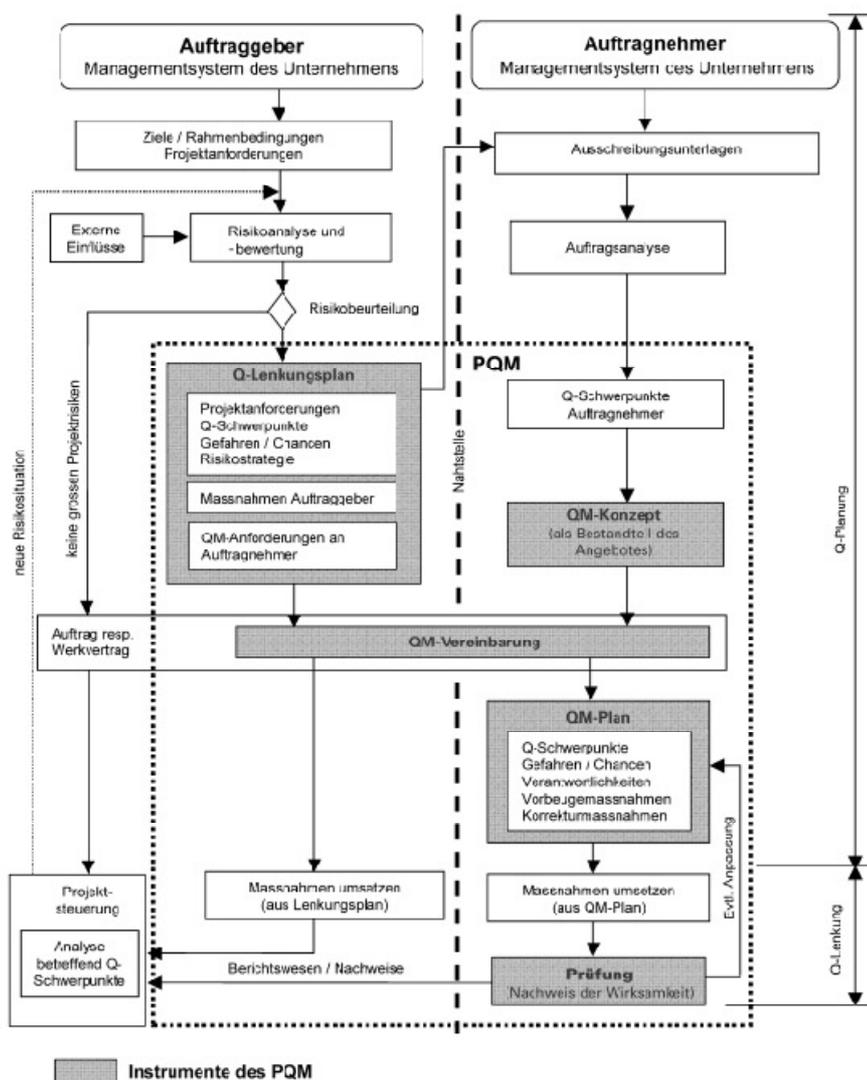


Abb. 55: Zyklus und Instrumente des projektbezogenen Qualitätsmanagements, aus [94, S.5]

<sup>26</sup> Das Risikopotential als die monetäre Summe aller quantifizierte Einzelrisiken (Gefahren positiv, Chancen negativ) definiert (vgl. Kapitel 0).

Die als Hauptrisiken eingestufteten Gefahren und Chancen müssen beherrscht respektive genutzt werden. Die Umsetzung und Überwachung der erforderlichen Maßnahmen haben gemäß Auflage des Bundes im Rahmen des projektbezogenen Qualitätsmanagement zu erfolgen. Der in Abb. 55 ersichtliche Prozess aus dem SIA Merkblatt 2007 bildet dafür die Grundlage. Er findet auch im Projekt Lötschberg Basistunnel Anwendung (vgl. Kapitel C.2.5).

Der Kerngedanke dieses definierten Prozesses ist die enge Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten. Die AlpTransit Gotthard AG und die Auftragnehmer haben eigene Konzepte für den Umgang mit Risiken auszuarbeiten. Diese werden aufeinander abgestimmt und vertraglich als sogenannte QM-Vereinbarung festgehalten. „Von größter Bedeutung ist hier das Abstimmen der Überlegungen unter allen Projektbeteiligten, um allfällige Lücken oder Doppelspurigkeiten in der Maßnahmenplanung zu vermeiden. Deshalb sind die Risikoanalysen – Maßnahmenpläne der ATG mindestens halbjährlich mit den Projektingenieuren/örtlichen Bauleitungen und den Hauptunternehmen gegenseitig abzustimmen“ [17, S.12].

Neben der eigentlichen Planung und Umsetzung der Maßnahmen sind noch einige zusätzliche Tätigkeiten notwendig. Wie Abb. 56 zeigt, ist das verbleibende Restrisiko abzuschätzen, die Verantwortlichkeit für das Einzelrisiko und die entsprechenden Maßnahmen festzulegen und eine terminliche Frist zu setzen, bis zu der Maßnahmen umzusetzen sind.

	Gefahren	Risiko				Geplante Massnahmen (nach Vertrag / Projekt / UQM) => Zusatzmassnahmen	Restrisiko				Verantw.	Termin	Nachweis / Wirkung		
		W	A	R	Z		W	A	R	Z			Dokumentation	erl.	
<b>Baugrund</b>															
<b>Geologie</b>															
111	Baugrund schlechter als prognostiziert (ausserhalb der vertraglichen Bandbreite)														
111 a	TZM-Nord	1	3	3	D	Ausschöpfen der vertraglichen Möglichkeiten, <b>Vorbereitung Rückfallebene, AG TUS</b>	1	3	3	D	öBL/PI	laufend	Festlegeblätter		
111 g	Gotthardmassiv (GM)	2	2	4	B						öBL/PI	fallweise	OBL-Si, Notfallprogramm		X
116	Auftreten von hochpermeablen Gesteinen														
116 a	UGZ	1	3	3	D	<b>Vorauserkundungskonzept &amp; weitere Massnahmen</b>	1	2	2	B	öBL/PI	laufend	Vorauserkundungsrapport		X
116 b	Gotthard Massiv	2	3	6	C	<b>Vorauserkundungskonzept &amp; weitere Massnahmen</b>	2	2	4	B	öBL/PI	laufend	Vorauserkundungsrapport		X
<b>Störzonen</b>															
121	Anzahl, Lage und Ausbildung der Störzonen ungünstiger als angenommen														
121 c	im Bereich Nordvortrieb (TZM-Nord, TZM-Süd)	2	3	6	C	Entsprechende Sicherungstypen <b>zusätzl. siehe 111a, Verstärkung Sicherung/ Ausbau Erweiterung Massnahmenkatalog und Beso. Massn. AG TUS</b>	2	3	6	C	öBL/PI öBL/PI ATG	laufend	Festlegeblätter Projektänderungsantrag		
121 d	im Bereich Südvortrieb (TZM-Süd, UGZ, GM)	2	3	6	C	Entsprechende AKL u. Sicherungstypen, <b>Verstärkung Sicherung/ Ausbau Erweiterter Massnahmenkatalog und Besondere Massnahmen</b>	2	2	4	B	öBL/PI	laufend	Festlegeblätter Projektänderungsantrag		
123	Zu spätes Erkennen von hochpermeablen Störzonen														
123 a	UGZ	1	3	3	D	Systematische Vorauserkundung <b>Anpassung Vorauserkundungskonzept</b>	1	2	2	B	IG/ATG	Herbst 04	Projektänderung VEK		X
123 b	Gotthard Massiv	2	3	6	C	<b>Anpassung Vorauserkundungskonzept</b>	2	2	4	B	IG/ATG	Herbst 04	Projektänderung VEK		X

Abb. 56: Beispiel einer Gefahrenliste der ATG mit Risikobeurteilung und getroffenen Maßnahmen, aus [41, S.4]

## C.4.6 Überwachung und Nachbetrachtung

In den vorigen Kapiteln wurden die Grundsätze und Methoden der Identifikation, Beurteilung und Optimierung der Projektrisiken des Gotthard Basistunnels erläutert. Der Risikomanagement-Kreislauf wird durch die Kontrolle und Aktualisierung der einzelnen Prozess-Schritte geschlossen. Die wesentlichen Instrumentarien dazu sind die quartalsmäßigen Durchsprachen, das Berichtswesen sowie die projektinterne Datenbank. Sie sollen abschließend kurz erläutert werden.

Die Durchsprachen sind das Herzstück des operativen Risikomanagements. Sie finden in jedem Bauabschnitt einmal im Quartal statt. Dadurch werden die Gefahren- und Chancenliste sowie die gesamte Maßnahmenplanung laufend aktualisiert. Die Kontrolle der Wirksamkeit der angewendeten Strategien und Maßnahmenplanung, ist dabei in jedem Fall mit einbegriffen. Durch die quartalsweise Durchführung entsteht ein jeweils dreimonatiger Terminablauf, in dem die relevanten Informationen des Risikomanagements laufend verdichtet werden: Am Beginn stehen Arbeitssitzungen unter der Verantwortung der Abschnittsleiter, bei denen die Einzelrisiken und deren Maßnahmenplanung im Detail kontrolliert werden. Thema der eigentlichen Durchsprachen sind danach die Hauptrisiken hoher Priorität. Es folgt eine Phase, in der die Ergebnisse ins System eingearbeitet, sprich Maßnahmenplanung und Datenbank aktualisiert werden. Abschließend finden Geschäftsleitungs-Durchsprachen statt, die brisante Risiken mit politischen oder projektentscheidenden Auswirkungen zum Thema haben. Danach startet der Aktualisierungsprozess wieder von vorne.

Im Berichtswesen gibt es neben den Protokollen der Quartals-Durchsprachen außerdem Monatsberichte mit einer Übersicht der aktuell relevanten Chancen und Gefahren. Gemäß Vorgabe der NCW werden die Ergebnisse auch in den halbjährlichen Standberichten zusammengefasst. Zusätzlich wird in einem eigenen Prozess gemeinsam mit dem Betreiber, den SBB, halbjährlich ein sogenannter „Integraler Risikobericht“ erarbeitet. Dieser baut jeweils auf dem internen Risikomanagement der ATG sowie der SBB auf und beinhaltet alle für die Inbetriebnahme des Gotthard Basistunnel relevanten Risiken im erweiterten Parameter des Bahnnetzes zwischen Basel/Zürich und Chiasso/Luino. Das integrale Risikomanagement stellt eine Besonderheit im Vergleich mit deinen beiden anderen Projekten dar, da hier die Schnittstelle zum übrigen Bahnnetz sehr intensiv bearbeitet wird und gleichzeitig zwei eigenständige Risikomanagementsysteme verbunden werden.

Für die Dokumentation des Risikomanagements setzt die AlpTransit Gotthard AG die projektspezifische Datenbank „Kairos“ ein. Diese unterstützt folgende Tätigkeiten:

- *„Erfassung und periodische Aktualisierung der Risikoanalysen und Maßnahmenpläne*
- *Zusammenführung der Daten aus allen Fachbereichen und Abschnitten*
- *Verdichtung auf das Gesamtvorhaben anhand einheitlicher Ordnungskriterien*
- *Historisierung und Vergleich von Berichtsperioden*
- *Reporting mit standardisierten Analysen, Berichten und Grafiken“ [17, S.19]*

## C.5 Zusammenfassung der wesentlichen Elemente

Ziel des Teil C ist es, die Umsetzung des Chancen- und Risikomanagementprozesses an Infrastrukturprojekten der Praxis zu erläutern. Dafür wurden drei Projekte ausgewählt, die alle für den Eisenbahn-Hochleistungsverkehr konzipiert und schwerpunktmäßig dem Untertagebau zuzuordnen sind. Sie sind aufgrund ihrer Komplexität, geografischen Ausdehnung und Projektdauer als Großprojekte zu bezeichnen. Die genannten Punkte gewährleisten eine übersichtliche Gegenüberstellung der Projekte im aktuellen Kapitel.

Tab. 28 stellt einen Auszug aus den allgemeinen Projektinformationen dar. Die zeitlichen Angaben zum Beginn der ersten Erkundungsarbeiten und zur Inbetriebnahme sollen eine chronologische Einordnung sowie eine Abschätzung der Bauzeiten ermöglichen.

Tab. 29 fasst in wenigen Stichworten die Prozesse und Methoden des Risikomanagements zusammen, die in den Projekten angewendet werden. Für eine detaillierte Beschreibung sei auf die entsprechenden Kapitel bzw. auf den Theorieteil verwiesen. An dieser Stelle soll abschließend dargestellt werden, in welchen Punkten sich die Projekte unterscheiden und wo Gemeinsamkeiten bestehen. Es ist anzumerken, dass es sich bei den dargestellten Informationen ausschließlich um die gesammelten Fakten handelt. Die Interpretation der Daten ist Inhalt des folgenden Teil D.

Tab. 28: Zusammenfassung Allgemeine Projektinformationen

Projekt	Lötschberg Basistunnel	Neue Unterinntalbahn	Gotthard Basistunnel
System	Doppelröhriger Eisenbahntunnel	Zweigleisige Eisenbahnstrecke mit Tunnel-, Wannens- und Galeriebauwerken	Doppelröhriger Eisenbahntunnel
Standort	Schweiz	Österreich	Schweiz
Errichter	BLS AlpTransit AG	ÖBB Infrastruktur AG	AlpTransit Gotthard AG
Spatenstich <sup>27</sup>	1994	1999	1993
Inbetriebnahme	2007	2012	2016 (planmäßig)

<sup>27</sup> Baubeginn der Erkundungsmaßnahmen

Tab. 29: Zusammenfassung Chancen- und Risikomanagement

Projekt	Lötschberg Basistunnel	Neue Unterinntalbahn	Gotthard Basistunnel
<b>Begriffsdefinition</b>	Wertneutral Risiko = Chance + Gefahr	Wertend Risiko = Gefahr <sup>28</sup>	Wertneutral Risiko = Chance + Gefahr
<b>Rahmenbedingungen und Strategie</b>	OHB-Kapitel Risikomanagement NEAT-Vorgaben	Nicht definiert	Leitfaden Risikomanagement NEAT-Vorgaben
<b>Risikomanagement-Kreislauf</b>	Nach Abb. 32	Bis 2010: Nicht definiert Ab 2010: Nach Abb. 42	Nach Abb. 53
<b>Prozessgliederung</b>	losbezogen	losbezogen	losbezogen
<b>Identifikation</b>	Anhand PSP Gruppendiskussion mit gemeinsamer Entscheidung von Management, Projektmitarbeitern und Experten <sup>29</sup>	Anhand PSP Gruppendiskussion mit gemeinsamer Entscheidung von Management, Projektmitarbeitern und Experten	Anhand PSP Gruppendiskussion mit gemeinsamer Entscheidung von Management, Projektmitarbeitern und Experten
<b>Beurteilung semiquantitativ</b>	3x3 Risikomatrix	Keine	3x3 Risikomatrix
<b>Klassifikation</b>	„PQM-Schwerpunkte“ <sup>30</sup>	Keine	„Hauptrisiken“
<b>Beurteilung quantitativ</b>	Keine	Probabilistisch Risikoausmaß als Dreiecksverteilung	Deterministisch Eine Totalschätzung für jedes Risiko
<b>Optimierung</b>	Mit PQM nach SIA 2007	Keine	Mit PQM nach SIA 2007
<b>Kontrolle und Aktualisierung</b>	halbjährlich	jährlich	vierteljährlich
<b>Nachbetrachtung</b>	„Schlussbericht Risikomanagement“	„Projektreview Unterinntaltrasse“	Projekt noch nicht abgeschlossen

<sup>28</sup> Keine Chancen betrachtet

<sup>29</sup> Keine speziellen Kreativitätstechniken wie Delphimethode, etc.

<sup>30</sup> Maßnahmenplanung und –umsetzung mithilfe des projektbezogenen Qualitätsmanagements (PQM) aus den Vorgaben des SIA Merkblattes 2007

## Teil D Am Weg zur „Best Practice“ – Theoretische und praktische Erkenntnisse

Im folgenden Abschnitt sollen aus der Fülle an Anwendungsmöglichkeiten die Erfolgskriterien eines effizienten, funktionsfähigen Chancen- und Risikomanagements bei Infrastrukturprojekten herausgefiltert werden. Dabei stehen jene Faktoren im Fokus, die aufgrund der Analyse der theoretischen und praktischen Inhalte als maßgebend erachtet werden.

Im Kapitel D.1 wird auf die Vor- und Nachteile einiger entscheidender Schwerpunkte eingegangen. Daraus leiten sich die in Kapitel D.2 aufgelisteten Handlungsempfehlungen ab.

### D.1 Erkenntnisse aus den Untersuchungen

#### D.1.1 Wertneutrale versus wertende Risiko-Begriffsdefinition

Für die Anwendung im Projektmanagement liegen im Allgemeinen zwei Möglichkeiten vor, den Begriff Risiko zu definieren:

- Wertneutral: Risiko beinhaltet sowohl Chancen (positiv) als auch Gefahren (negativ).
- Wertend: den negativen Risiken stehen Chancen als positive Planabweichungen gegenüber.

Es ist festzuhalten, dass spezifische Normenwerke – ISO 31000, ONR 49000ff, SIA 2007 – auf der wertneutralen Begriffsdefinition aufbauen. Darin begründet sich auch deren Verwendung in allen drei vorgestellten Praxisprojekten. Dieser breiten Anwendung steht die Verwendung des wertenden Risikobegriffs in dieser Arbeit gegenüber, um Vor- und Nachteile aufzuzeigen.

Die wertneutrale Definition bedient sich nur eines einzigen Begriffs, um alle möglichen Abweichungen von Projektanforderungen abzudecken. Er ist konsistent mit der mathematischen Berechnung des Risikos aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Ausmaß. Chancen und Risiken unterscheiden sich nur durch ihr positives bzw. negatives Vorzeichen, was die Handhabung in Datenbanken und Softwarepaketen erleichtert.

Bei Betrachtung der praktischen Anwendungen ist aber zu bemerken, dass in den Projekten - bei Verwendung des wertneutralen Risikobegriffs - Chancen meist sehr wenig Beachtung geschenkt wird. Nicht nur die Allgemeinheit, sondern selbst hochqualifiziertes Fachpersonal scheint dem Risikobegriff unbewusst ein negatives Charakterbild („Gefahr!“) anzuhafte. Die hemmende Wirkung dieses psychologischen Aspektes auf die Chancenidentifikation, -

bewertung und –optimierung sollte nicht außer Acht gelassen werden. Hierin liegt der Vorteil der wertenden Risikodefinition, die sich an das allgemeine Begriffsverständnis anlehnt. Sie stellt Chancen und Risiken gleichwertig gegenüber. Nebenbei erleichtert sie die Kommunikation in internationalen Projekten durch die Übereinstimmung mit den englischen Wörtern „risk“ und „opportunity“.

Abschließend ist zu bemerken, dass der Stellenwert von Chancen und Risiken neben der Begriffsdefinition grundsätzlich durch die allgemeine Definition der Projektleistung gekennzeichnet ist. Wie in Abb. 57 ersichtlich birgt eine anspruchsvolle, aber realistische Projektplanung („wahrscheinliches Zielniveau“) Raum für positive und negative Abweichungen. Dagegen können bei theoretisch maximalem Zielniveau nur Risiken/Gefahren eintreten [43].

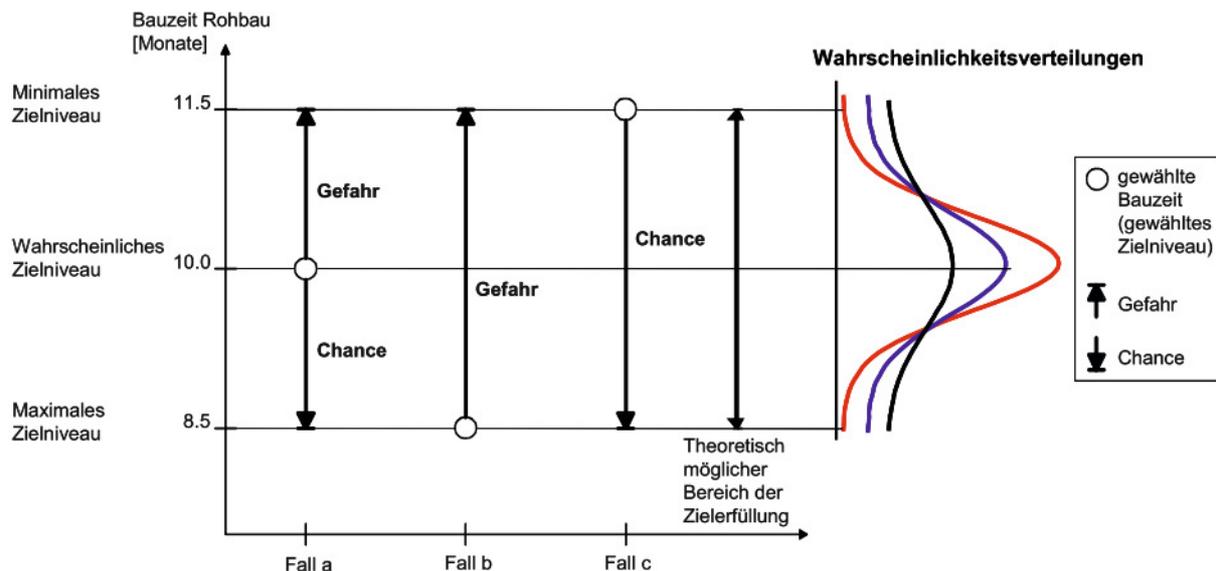


Abb. 57: Zielniveau von Risiken, aus [43, S.703]

### D.1.2 Das Management von Chancen

Chancen sind potentielle, positive Abweichungen vom planmäßigen Projektverlauf, die Kosten und Projektdauer reduzieren können. Im Hinblick darauf, dass in den Praxisprojekten dem Management von Chancen wenig Beachtung geschenkt wurde, stellen sich folgende Frage:

- Eignen sich die angewendeten Prozesse und Methoden zur Nutzung von Chancen?
- Sind Chancen anders zu behandeln als Risiken?

Als Resümee der Analyse ist festhalten, dass sich der vorgestellte Managementprozess, bestehend aus den Schritten Identifikation, Beurteilung, Optimierung und Kontrolle, für die Handhabung von Chancen und Risiken gleichermaßen eignet. Es sind dieselben Methoden und Instrumente einsetzbar. Dennoch lenkt der problemorientierte Zugang des Risikomanagements *„den Fokus der Projektanalyse auf die negative Betrachtung des Projekts“* [114, S.72]. Der Fokus liegt darauf, mögliche Gefahren zu vermeiden.

Die problemlösungsorientierte Denkweise ist notwendig, um große Projekte abwickeln zu können. Die einzelnen Aufgaben können nur mithilfe einer klaren Projektstruktur und einem funktionierenden Zeitablaufplan koordiniert werden. Es sollte aber bedacht sein, dass der entworfene Projektplan eine bewusst getroffene Entscheidung darstellt. Er repräsentiert eine von vielen Möglichkeiten, wie das Vorhaben im Detail abgewickelt werden kann<sup>31</sup>. Bei Projektdauern von mehr als zehn Jahren und der hohen Komplexität verläuft aber mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit nicht alles so, wie es zu Beginn geplant wird. In diesen Fällen kommen immer wieder neue Möglichkeiten ins Spiel. Es ergeben sich Chancen. Erfolgsentscheidend für das Projekt ist nicht nur der Umstand, einen Plan zu haben, sondern auch, welche Möglichkeiten und Optionen bereitstehen und wie mit ihnen umgegangen wird [110].

So ist zusammenfassend festzuhalten, dass das Management von Chancen keine individuellen Prozesse und Methoden braucht, sondern lediglich eine geänderte Sichtweise. Anstatt der Fehler- und Gefahrenvermeidung muss dabei das Verbesserungspotential im Mittelpunkt stehen. Drei Bemerkungen von VIEWEG sollen die für das Chancenmanagement notwendige Denkweise abschließend umschreiben [111, S.3]:

- *„Ziele verstellen den Blick auf die Möglichkeiten und Chancen, auf die Optionen, die man hat.“*
- *„Komplexität ist nicht per se unser Feind, sondern beinhaltet vielfältige Chancen.“*
- *„Manager müssen geschmeidig in den gegebenen Möglichkeitsräumen surfen.“*

### **D.1.3 Strategie und Ziele im Chancen- und Risikomanagementprozess**

Chancen- und Risikomanagement ist ein Instrument mit einem sehr breiten Anwendungsspektrum. Selbst im branchenspezifischen Einsatz in der Bauwirtschaft können die Anforderungen und der Nutzen von Projekt zu Projekt unterschiedlich sein. Umso

---

<sup>31</sup> Ein Blick auf die Fülle an Möglichkeiten in der Vertragsgestaltung, in der Auswahl an Bauverfahren, Baustoffen, Personal, Unternehmen, Dienstleistungen, Logistikabläufen, etc. macht die Variabilität des definierten Projektplans verständlich.

wichtiger ist es, schon am Projektbeginn festzulegen, was mit dem Chancen- und Risikomanagement erreicht werden soll.

Definierte Grundsätze und Strategien stellen zum einen die organisatorischen Weichen für die weiteren Prozessschritte. Es ist wichtig, die Ziele und Rahmenbedingungen des Chancen- und Risikomanagements im Projektmanagement (Organisationshandbuch, Leitfaden, etc.) zu verankern, um später in der Detailarbeit den Gesamtnutzen im Auge zu behalten. So kann der Prozess effizient gestaltet werden.

Zum anderen – mindestens gleichbedeutend – wird durch die Entwicklung einer Risikostrategie ein Bewusstsein für Chancen und Risiken im Projekt geschaffen. Damit soll erreicht werden, dass sich alle Entscheidungsträger systematisch mit dem Thema auseinandersetzen. Akzeptanz unter den Projektmitarbeitern ist die Basis dafür, dass das Chancen- und Risikomanagement erfolgreich funktioniert. Zusätzlich fördert die systematische Suche nach Verbesserungspotentialen oder zukünftigen Risikopotentialen die Identifikation der Beteiligten mit dem Gesamtprojekt.

Eine Auswahl an Zielen, die für den Chancen- und Risikomanagementprozess generiert werden können, bietet die folgende Liste [100, S.40]:

- Frühzeitige und umfassende Erkennung von Chancen und Risiken
- Steuerung und Kontrolle von Chancen und Risiken im Sinne eines Frühwarnsystems
- Entscheidungsgrundlage für Varianten- und Vertragsoptimierungen
- Proaktive Steuerung des Projekts
- Chancen- und Risikooptimierung durch systematische Maßnahmenplanung
- Verbesserung der Kostenstabilität im Projekt
- Ermittlung des Gesamtrisikopotentials
- Verbesserung der Terminstabilität im Projekt
- Sicherstellung der Qualität von Planung und Bauausführung
- Vertrauensgewinn bei Stakeholdern

Im Gegenzug sollte bewusst sein, was nicht Zweck des Chancen- und Risikomanagements ist. Es kann hilfreich sein, auch Nicht-Ziele zu definieren, um die Grenzen des Prozesses aufzuzeigen [100, S.40]:

- Reine Projektdokumentation ohne weiteren Nutzen
- Scheingenauigkeit und Verkomplizierung der Berechnung
- Chancen- und Risikomanagement als isolierter, von anderen Managementsystemen entkoppelter Prozess

- Stark erhöhter personeller Aufwand
- Einschränkung von Entscheidungsfreiraum durch Überreglementierung
- Chancen- und Risikooptimierung um jeden Preis

#### D.1.4 Methoden der Risikoanalyse

In den theoretischen Grundlagen dieser Arbeit wurde auf verschiedenste Methoden der Risikoidentifikation und –beurteilung eingegangen. In teilweise bemerkenswerter Übereinstimmung wurden manche Methoden in allen drei Projekten angewendet, andere in keinem Projekt eingesetzt. Die Erkenntnisse aus der Analyse der Praxisprojekte soll hier kurz zusammengefasst werden.

In allen drei Projekten werden Chancen und Risiken anhand des Projektstrukturplans identifiziert. Es wird losbezogen gearbeitet und darin die einzelnen Arbeitspakete nacheinander untersucht. Dabei wird in einer aus Projektmitarbeitern und Experten bestehenden Diskussionsrunde die Gruppenmeinung geschätzt. Komplexe Methoden, wie zum Beispiel die Delphi-Methode oder FMEA (vgl. B.2.2), finden keine Anwendung. Es liegt entweder kein Wissen über die exakte Durchführung vor oder der Aufwand wird als zu hoch eingeschätzt. Als erfolgsentscheidend wird dagegen die Zusammensetzung des Teams erachtet. In einer auf fünf bis sieben Personen begrenzten Gruppe, in der möglichst vielfältige, aber nicht mehr als die benötigten Fachkompetenzen vereint werden, sind die besten Ergebnisse zu erzielen. Damit kommt auf den Gruppenleiter, der für die Zusammenstellung des jeweiligen Teams verantwortlich ist, besondere Bedeutung zu.

Das Ergebnis der Chancen- und Risikoidentifikation wird generell in nach Themen geordneten Listen zusammengefasst. Eine durchgängige und saubere Gliederung sowie der Einsatz spezifischer Datenbank-Software sind dafür zwingend erforderlich.

In der Chancen- und Risikobeurteilung hat sich die Darstellung in 3x3-Risikomatrizen bewährt. Sie ermöglicht eine einfache Abschätzung und erfüllt die Genauigkeitsanforderungen für eine Klassifizierung in Haupt- und Nebenchancen/-risiken. Zudem eignet sich die grafische Darstellung mit jeweils einer Achse für Ausmaß und Eintretenswahrscheinlichkeit hervorragend, um die Charakteristik einer Chance bzw. eines Risikos abzubilden.

Große Unterschiede zwischen den Projekten herrschen im Arbeitsaufwand, der in die verschiedenen Bereiche der Chancen- und Risikobeurteilung investiert wird. Im Projekt Neue Unterinntalbahn liegt der Fokus fast vollständig auf der monetären Quantifizierung der Projektrisiken. Unter Verwendung komplexer Simulationssoftware werden statistische

Verteilungen für Einzelrisiken geschätzt und daraus die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Gesamt-Risikopotentials aggregiert. In den Schweizer Projekten Lötschberg und Gotthard Basistunnel liegt der Schwerpunkt auf der semiquantitativen Beurteilung mit Risikomatrizen. Der Blick gilt bei ihnen immer der Reduktion bzw. Vermeidung von Risiken und der Nutzung von Chancen. Daher wird die semiquantitative Beurteilung auch für Restrisiken, unter Berücksichtigung der geplanten Maßnahmen, durchgeführt. So können die Wirkung und Effizienz der Maßnahmenplanung beurteilt werden.

Die genannten Unterschiede resultieren aus den verschiedenen Zielen, die die Projekte mit dem Chancen- und Risikomanagement verfolgen. Im Projekt Neue Unterinntalbahn hat die Ermittlung des Gesamtrisikopotentials, sprich die für die Budgetierung benötigten Finanzmittel für Risiken, Priorität. Die Projekte Lötschberg und Gotthard Basistunnel sehen die Hauptfunktion in der aktiven Optimierung von Projektkosten und –dauer im Sinne eines vollständigen Chancen- und Risikomanagementkreislaufes.

#### **D.1.5 Das „Herzstück“: Planung und Umsetzung von Maßnahmen**

*„Das unternehmerische Prinzip steht nicht für Analyse, sondern dafür, auf der Basis von Analysen Ideen zu entwickeln, Visionen zu kreieren und Träume zu formulieren“ [111, S.2]*

Diese scheinbar weit hergeholte Bemerkung von VIEWEG trifft im Kern auch den Zweck des Chancen- und Risikomanagements. Die systematische Identifikation und Beurteilung (=Analyse) ist die Basis des Prozesses. Darauf aufbauend kann das Projektgeschehen proaktiv gestaltet werden. Das Chancen- und Risikomanagement ist als Werkzeug zur Projektsteuerung zu verstehen, mit dem Risikosituationen bewältigt und vorteilhafte Möglichkeiten genutzt werden können. Dazu ist die systematische Planung und Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen erforderlich. Sie benötigen ein ebenso hohes Maß an Teamzusammenarbeit, Erfahrung und Kreativität wie die eigentliche Risikoanalyse. In den Schweizer Projekten erfolgt die Maßnahmenplanung und –umsetzung nach dem Konzept des projektbezogenen Qualitätsmanagement (PQM). Im Projekt Neue Unterinntalbahn ist keine systematische Vorgangsweise erkennbar.

#### **D.1.6 Aktualisierung: „Warum, wie oft?“**

Aktualisierung meint die periodische Überarbeitung des Chancen- und Risikomanagementprozesses. Mit Projektfortschritt können neue Chancen und Risiken auftreten, andere sind nicht mehr relevant oder ihr Ausmaß bzw. ihre Eintrittswahrscheinlichkeit ändert sich. Eine veraltete Chancen- und Risikoanalyse ist demnach wertlos.

Tab. 30 zeigt die verschiedenen Aktualisierungsperioden. Im Projekt Gotthard Basistunnel wird die Chancen- und Risikoanalyse quartalsmäßig überarbeitet. Es wird nach einem definierten Konzept mit klaren Regelungen bezüglich des notwendigen Berichts- und Sitzungswesens vorgegangen. Der dreimonatige Prozess startet wieder von vorne, sobald er abgeschlossen ist. Der entscheidende Vorteil dieser Variante ist ein Höchstmaß an Aktualität sowie ein ständig vorhandenes Bewusstsein für Chancen und Risiken unter den Projektmitarbeitern. Der zeitliche und personelle Mehraufwand einer quartalsmäßigen Aktualisierung lässt sich durch eine konsequente Planung, klar geregelter Verantwortlichkeiten und der Verankerung des Chancen- und Risikomanagement im Projektmanagement bewerkstelligen.

Tab. 30. Aktualisierungsperioden

Projekt	Aktualisierung
Lötschberg Basistunnel	2 Mal pro Jahr
Neue Unterinntalbahn	1 Mal pro Jahr
Gotthard Basistunnel	4 Mal pro Jahr

### D.1.7 Management als Gesamtsystem

Am Ende einer Arbeit, die sich fast ausschließlich dem Chancen- und Risikomanagement widmet, ist es wichtig, den Stellenwert und die Einsatzmöglichkeiten, aber auch die Grenzen des Themas innerhalb des gesamten Projektmanagements klar zu positionieren.

*„Die Beschäftigung mit den Projektrisiken sensibilisiert für Stolpersteine und Abkürzungen zum Projektziel. Sie hilft, Gefahren zu überwinden und Chancen zu nutzen. Deshalb sollte das Risikomanagement zum festen, aber nicht zum dominanten Bestandteil im Projektmanagement werden“ [19, S.140].*

Für die Abwicklung eines Projektes ist eine *„Gesamtheit an Führungsaufgaben, -organisation, -techniken und -mitteln“* notwendig [5, S.14]. Es ist die Aufgabe des Projektmanagements, das Vorhaben über den gesamten Lebenszyklus, bestehend aus

- Projektstart,
- Zielpräzisierung,
- Projektplanung,
- Projektumsetzung,

- Projektkontrolle und
- Projektabschluss,

effizient und zielgerichtet zu steuern. Erfolgsentscheidend sind eine sauber gegliederte Projektstruktur und klar geregelte Verantwortlichkeiten. Jede Phase benötigt spezifische Führungsmethoden und Werkzeuge. Darüber hinaus gibt es phasenunabhängige Begleitprozesse, die mit eigenen Managementtechniken den Projekterfolg unterstützen. Neben dem Qualitätsmanagement oder dem geregelten Berichts- und Sitzungswesen zählt dazu auch das Chancen- und Risikomanagement. Es handelt sich um einen Unterstützungsprozess mit hohem Nutzen, wenn er in das Management integriert ist und mit allen Prozessphasen interagiert. Denn es laufen in sämtlichen Teilbereichen eines Projekts Prozesse ab, die hinsichtlich Chancen und Risiken zu analysieren sind.

## D.2 Vorschläge für ein effizientes Chancen- und Risikomanagement

Die folgende Liste stellt den Abschluss der gegenständlichen Arbeit dar. Es handelt sich um jene Punkte, die im Auge des Verfassers nach der kritischen Analyse von Regelwerken, Fachliteratur und Projektunterlagen, aber besonders nach den Gesprächen und Diskussionen mit verantwortlichen Projektmitarbeitern, als essentiell erachtet werden. Der keinesfalls vollständige Katalog soll zusammenfassen, was für ein effizientes, systematisches und proaktives Chancen- und Risikomanagement erfolgsentscheidend ist:

- Der Hauptnutzen des Chancen- und Risikomanagements für ein Infrastrukturprojekt liegt darin, durch aktive Maßnahmen Chancen zu ergreifen und Risiken zu vermindern. Oberstes Ziel ist nicht die Berechnung, sondern die Reduktion des Gesamtrisikopotentials und die Erarbeitung von Chancen.
- Chancen- und Risikomanagement arbeitet proaktiv. Es reagiert nicht erst bei Eintritt eines Ereignisses, sondern entwickelt auf Basis einer systematischen Analyse frühzeitig Konzepte, wie das Projekt positiv gesteuert werden kann. Dazu ist es notwendig, das Chancen- und Risikomanagement schon am Projektbeginn im Managementsystem zu verankern.
- Am Projektbeginn ist die Definition einer Chancen- und Risikostrategie entscheidend. Sie legt die Grundsätze und Rahmenbedingungen für die weiteren Prozessschritte fest und sensibilisiert das Projektteam für die Existenz von Chancen und Risiken.
- Die Verantwortlichen einigen sich auf die konsequente Verwendung einer Definition des Risikobegriffs, in der auch Chancen den verdienten Stellenwert bekommen. Chancen sind Möglichkeiten, die Arbeitsabläufe beschleunigen und Projektkosten reduzieren können.
- Die Chancen- und Risikoidentifikation bedarf Fachwissen, Erfahrung, Kreativität und Teamzusammenarbeit. Am effizientesten wird in Gruppen mit fünf bis sieben Personen gearbeitet. Entscheidend ist die Teamzusammensetzung, das heißt die Kombination der richtigen Kompetenzen.
- Die Delphimethode ist eine geeignete Methode zur Führung von Gruppendiskussionen und Abstimmung von Expertenmeinungen.
- Es muss bewusst sein, dass der beschriebene Prozess nur die identifizierten Chancen und Risiken behandeln kann. Der Umgang mit nicht identifizierten Chancen und Risiken ist nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit.
- Die Verwendung von 3x3-Matrizen ist die anschaulichste und zweckmäßigste Form, Chancen und Risiken semiquantitativ zu beurteilen. Die Darstellung eignet sich

bestens, um Hauptchancen und –risiken heraus zu filtern und zur Bewertung und Kontrolle der Maßnahmenplanung.

- Die monetäre Erfassung von Chancen und Risiken ist wichtig, um das Gesamtrisikopotential eines Projekts in der Budgetierung berücksichtigen zu können. Darüber hinaus hilft sie, um den Projektbeteiligten das Vorhandensein von Projektrisiken transparent zu kommunizieren. Die Verwendung von Bandbreiten („Dreipunktschätzung“) anstatt deterministischen Einzelwerten kann sinnvoll sein, um die Unsicherheit von Schätzwerten besser abzubilden. Hinterfragt werden sollte aber in jedem Projekt, mit welcher Genauigkeit und mit welchem methodischen Aufwand die Quantifizierung betrieben werden soll.
- Die Planung und Umsetzung von Maßnahmen ist das Kernelement des Chancen- und Risikomanagements. Nicht durch die Analyse, sondern durch die folgende Handlung lassen sich Chancen tatsächlich ergreifen und Risiken vermeiden.
- Nach der Handlung muss überprüft werden, ob die Maßnahmen die gewünschte Wirkung erzielt haben. Die Kontrolle ist ein wesentlicher Schritt im Chancen- und Risikomanagementprozess.
- Es ist entscheidend, den Chancen- und Risikomanagementprozess periodisch zu aktualisieren. Die Identifikation und die Beurteilung müssen auf dem neuesten Informationsstand basieren, um proaktiv arbeiten zu können. Unter Berücksichtigung des erforderlichen Aufwandes ist eine halbjährliche Aktualisierungsperiode zu empfehlen.
- Die Nachbetrachtung des Chancen- und Risikomanagementprozesses am Projektende ist wertvoll für das Informationsmanagement. Es hat sich bewährt, die gemachten Erfahrungen, Stärken und Schwächen des Prozesses in einem Schlussbericht zusammenzufassen. Folgeprojekte haben einen Wissensvorsprung und nützliche Grundlagen (z.B. Checklisten für die Identifikation).
- Das fachkundige und erfahrene Projektteam soll abschließend als die wichtigste Voraussetzung eines erfolgreichen Chancen- und Risikomanagements genannt werden. Die Kompetenz des Teams bestimmt die Qualität der Arbeit.

## Anhang

### Anhang 1: PQM-Schwerpunkte im Projekt Lötschberg Basistunnel als Beispiel für Hauptrisikogruppen

Tab. 31: PQM-Schwerpunkte im Projekt Lötschberg Basistunnel, aus [26, S.88]

Gruppe	Risiko
Geologie/Hydrogeologie	Erdgas
	Hohe Durchlässigkeit
	Hoher Gebirgswasserdruck
	Wassereinbruch
	Hoher Wasserfall
	Quellendes Gebirge
	Bergschlag
	Heikle Störzone
Neotektonische Bewegungen	
Außergewöhnliche Naturereignisse	Lawinen
	Hochwasser
	Brand
Bauausführung	Baumaterialien heikel
	Ausführung unter Betrieb der Bahnlinie SBB
	Materialbewirtschaftung
	Schnittstellen zu Bahntechnik
	Vertragserfüllung Unternehmer
	Nachforderungen Unternehmer

## Anhang 2: Der Chancen- und Risikomanagementprozess in der Literatur

In jedem Projekt sind die Grundsätze und der Prozess des Chancen- und Risikomanagements zu definieren. Die folgenden Abbildungen bilden eine Auswahl möglicher Systemfestlegungen.

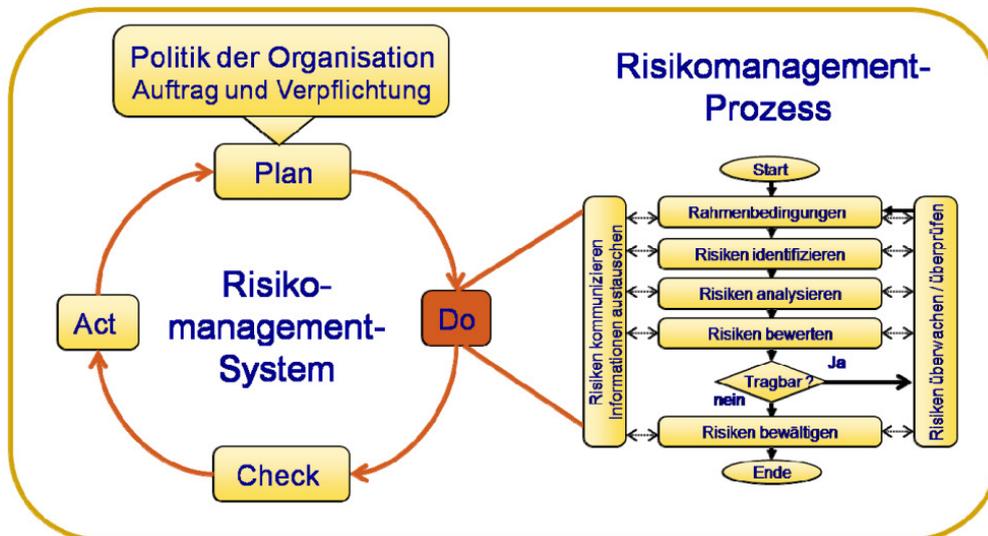


Abb. 58: Das Risikomanagementsystem nach ONR 49000, aus [11, S.18]



Abb. 59: Der Risikomanagementprozess nach ISO Guide 73 [47]

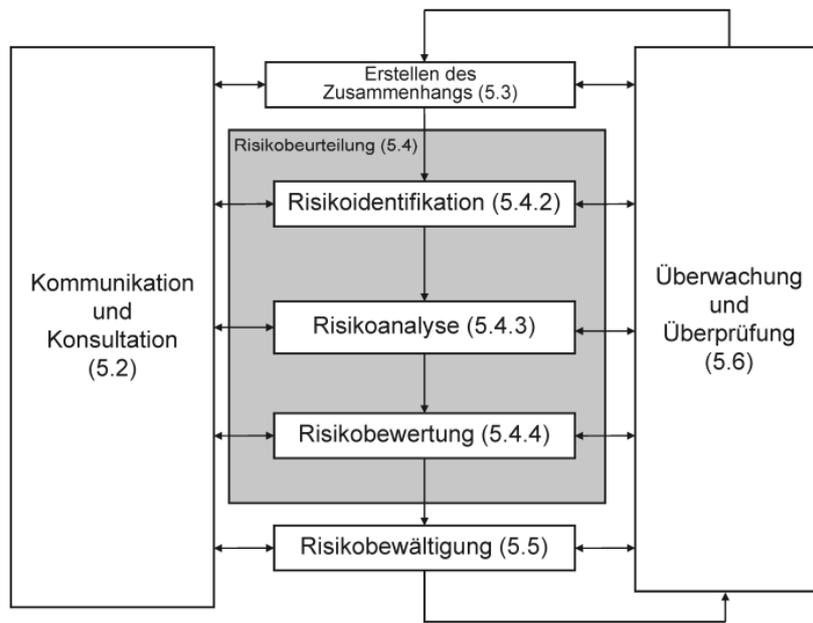


Abb. 60: Der Risikomanagementprozess nach ISO 31000, aus [6, S.20]

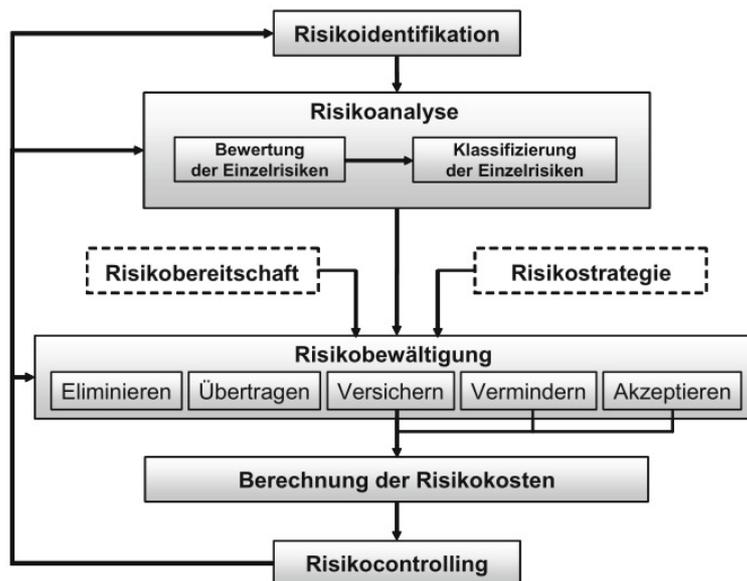


Abb. 61: Der Risikomanagementprozess nach GIRMSCHEID, aus [43, S.721]

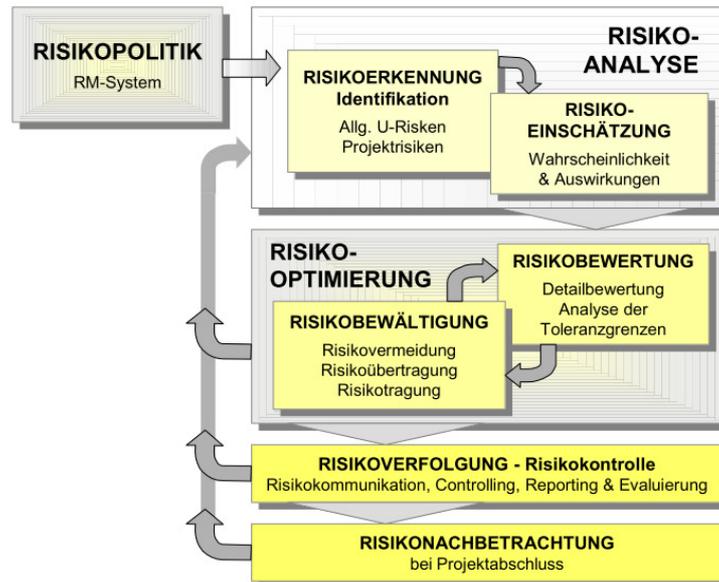


Abb. 62: Der Risikomanagementprozess nach STEMPKOWSKI und LINK, aus [103, S.2]

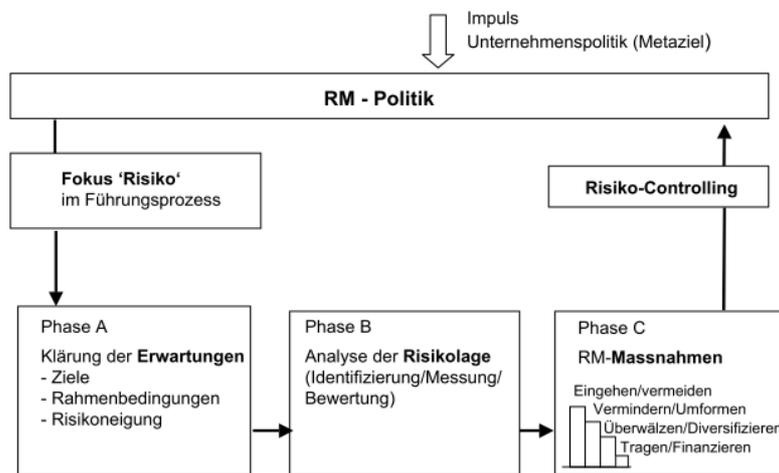


Abb. 63: Der Risikomanagementprozess nach HALLER, aus [48, S.17]

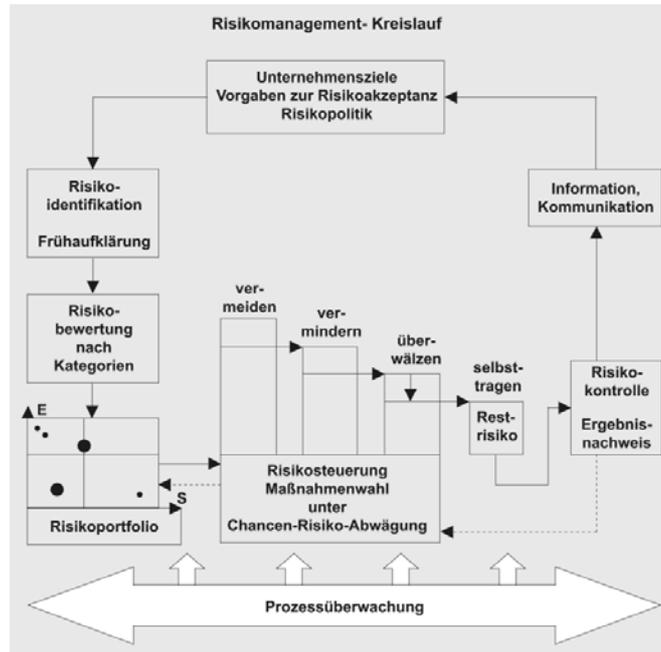


Abb. 64: Der Risikomanagementprozess nach KRYSTEK und FIEGE [63]

### Anhang 3: Fachbegriffe in englischer Übersetzung [11, S.26]

Auswirkung	consequence
Chance	opportunity
Ereignis	event
Gefahr	hazard
Managementsystem	management system
Notfall	emergency
Restrisiko	residual risk
Risiko	risk
Risikoakzeptanz	risk acceptance
Risikoanalyse	risk analysis
Risikobeurteilung	risk assessment
Risikobewältigung	risk treatment
Risikobewertung	risk evaluation
Risikoeigner	risk owner
Risikohöhe	level of risk
Risikoidentifikation	risk identification
Risikokontrolle	risk controll
Risikokultur	risk culture
Risikomanagement	risk management
Risikopolitik	risk policy
Risikomanagement-Prozess	risk management process
Risikomanagement-System	risk management system
Risikomanager	risk manager
Risikomatrix	risk matrix
Risikoteilung	risk sharing
Risikotoleranz	risk tolerance
Risikovermeidung	risk avoidance
Risikoverminderung	risk reduction
Risikowahrnehmung	risk perception
Unsicherheit	uncertainty
Wahrscheinlichkeit	probability

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Ausarbeitungskonzept der Diplomarbeit .....	11
Abb. 2: Wertneutraler Risikobegriff .....	13
Abb. 3: Wertender Risikobegriff .....	15
Abb. 4: "Magisches Dreieck" des Projektmanagements, nach [59].....	16
Abb. 5: Phasen des Managementprozesses, in Anlehnung an [3].....	17
Abb. 6: Aufbau des PSP beim Lötschberg Basistunnel, aus [109, S.85].....	19
Abb. 7: Phasenübergreifende Eingliederung des Risikomanagementprozesses am Beispiel einer Bauunternehmung, aus [43, S.698].....	20
Abb. 8: Der Chancen- und Risikomanagementprozess .....	29
Abb. 9: Risikosequenz, nach [43].....	31
Abb. 10: Beispiel für den Aufbau einer Risiko-Checkliste, aus [105, S.4] .....	34
Abb. 11: Chancen- und Risikodefinition .....	36
Abb. 12: Prozess der Delphi-Methode, aus [54].....	38
Abb. 13: Chancen- und Risikoportfolio, aus [109, S.123] .....	39
Abb. 14: Chancenmatrix zur Visualisierung des Ergebnisses der Abschätzung, aus [112, S.91].....	40
Abb. 15: Übersicht über die Chancen- und Risikobewertung.....	42
Abb. 16: Dreiecksverteilung für das Ausmaß von Chancen und Risiken, aus [86, S.113] .....	43
Abb. 17: Aggregation der Einzelrisiken zum Gesamtrisikopotential, aus [86, S.140].....	44
Abb. 18: ABC-Analyse für Risiken, aus [43, S.764] .....	45
Abb. 19: Handlungsmöglichkeiten der Chancen- und Risikooptimierung.....	47
Abb. 20: Risikogestaltungsmaßnahmen, aus [104, S.8] .....	49
Abb. 21: Spannungsfeld der Risikobewältigung .....	51
Abb. 22: Der Risikooptimierungsprozess, aus [103, S.10].....	51
Abb. 23: Ablauf der Chancenoptimierung, aus [112, S.106].....	53
Abb. 24: Überblick über die Feedbackfunktionen im Chancen- und Risiko-Managementprozess.....	54
Abb. 25: Überblick über die Schlüsselwörter des Chancen- und Risikomanagementprozesses.....	58
Abb. 26: Top-Down-Ausarbeitung des Praxisteils .....	60
Abb. 27: Geografische Lage des Lötschberg Basistunnel, aus [33, S.1].....	62
Abb. 28: Abwicklungskonzept Lötschberg Basistunnel .....	63
Abb. 29: Übersicht Lötschberg Basistunnel, aus [109, S.15] .....	65
Abb. 30: Aufbau der NEAT-Controlling-Weisung [35].....	67
Abb. 31: Das Managementsystem der BLS AlpTransit AG, aus [26, S.10].....	69
Abb. 32: Der Risikomanagementprozess der BLS AlpTransit AG, aus [26, S.85].....	70
Abb. 33: Einfluss der Risikofaktoren auf die Hauptprojktanforderungen .....	72
Abb. 34: Beispiel eines Risikoblattes der BLS AlpTransit AG, aus [26, S.20] .....	74
Abb. 35: Beispiel einer Risikomatrix der BLS AlpTransit AG für die Auswirkung „Kosten“, aus [26, S.91].....	75
Abb. 36: PQM als Teil des Risikomanagements, aus [26, S.51].....	77
Abb. 37: TEN-Projekt Nr. 1, Eisenbahnachse Berlin - Palermo [62] .....	82
Abb. 38: Übersichtsskizze Neue Unterinntalbahn (rot), aus [50, S.8].....	83

Abb. 39: Organigramm der ÖBB Infrastruktur AG [Quelle: interne Projektunterlage].....	84
Abb. 40: Trassenquerschnitte der Neuen Unterinntalbahn: Wannenbauwerk (links) und offene Bauweise als Beispiele, aus [28, S.2] .....	85
Abb. 41: Tunnel unter der Autobahn A12 in bergmännischer Sonderbauweise mit Düsenstrahlverfahren, aus [29, S.2] .....	86
Abb. 42: Der Risikomanagementprozess im Projekt Neue Unterinntalbahn, aus [87, S.31]..	87
Abb. 43: Detailbewertung des Ausmaßes des Risikos „Verformung Baugrubenverbau“ mit vier Untergruppen, aus [87, S.10] .....	92
Abb. 44: Simulationsergebnis des Risikopotentials für das Risiko „Verformung Baugrubenverbau“, aus [7, S.11] .....	92
Abb. 45: Kostenbestandteile des jährlichen Risikoanalyse-Berichts, aus [87, S.4] .....	93
Abb. 46: Geografische Lage des Gotthard Basistunnel, aus [34, S.1].....	95
Abb. 47: Die NEAT-Projekte im Europäischen Eisenbahnnetz, aus [16, S.3] .....	96
Abb. 48: Höhenunterschied zwischen Scheiteltunnel und neuer Flachbahn, aus 816, S.5] ..	96
Abb. 49: Abwicklungskonzept Gotthard Basistunnel .....	97
Abb. 50: Schema des Tunnelsystems am Gotthard, aus [16, S.12].....	98
Abb. 51: Linienführung und Teilabschnitte des Gotthard Basistunnels, aus [16, S.13].....	99
Abb. 52: Managementsystem der AlpTransit Gotthard AG, aus [65, S.6] .....	101
Abb. 53: Der Risikomanagementprozess der AlpTransit Gotthard AG, aus [65, S.32] .....	103
Abb. 54: Maßstab der Risikoklassifizierung der AlpTransit Gotthard AG, aus [64, S.6].....	107
Abb. 55: Zyklus und Instrumente des projektbezogenen Qualitätsmanagements, aus [94, S.5].....	108
Abb. 56: Beispiel einer Gefahrenliste der ATG mit Risikobeurteilung und getroffenen Maßnahmen, aus [41, S.4] .....	109
Abb. 57: Zielniveau von Risiken, aus [43, S.703] .....	115
Abb. 58: Das Risikomanagementsystem nach ONR 49000, aus [11, S.18] .....	125
Abb. 59: Der Risikomanagementprozess nach ISO Guide 73 [47].....	125
Abb. 60: Der Risikomanagementprozess nach ISO 31000, aus [6, S.20].....	126
Abb. 61: Der Risikomanagementprozess nach GIRMSCHEID, aus [43, S.721] .....	126
Abb. 62: Der Risikomanagementprozess nach STEMPKOWSKI und LINK, aus [103, S.2] .....	127
Abb. 63: Der Risikomanagementprozess nach HALLER, aus [48, S.17] .....	127
Abb. 64: Der Risikomanagementprozess nach KRYSTEK und FIEGE [63] .....	128

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Informationsgrundlagen zur Ausarbeitung der Diplomarbeit.....	10
Tab. 2: Inhalt des Organisationshandbuches beim Lötschberg Basistunnel (Teil 1/2), nach [109].....	22
Tab. 3: Inhalt des Organisationshandbuches beim Lötschberg Basistunnel (Teil 2/2), nach [109].....	23
Tab. 4: Projektphasen bei Infrastrukturprojekten, nach [9] .....	25
Tab. 5: Chancen und Risiken für Bauherrn und Projektentwickler [104, S.2].....	27
Tab. 6: Chancen und Risiken für ausführende Bauunternehmen [104, S.3].....	27
Tab. 7: Der Chancen- und Risikomanagementprozess.....	29
Tab. 8: Auswahl an Methoden zur Chancen- und Risikoidentifikation.....	33
Tab. 9: Bewertungsmaßstab für das Ausmaß von Chancen, aus [112, S.90].....	39
Tab. 10: Bewertungsmaßstab für das Ausmaß von Risiken, aus [13, S.19].....	40
Tab. 11: Methoden der quantitativen Chancen- und Risikobeurteilung.....	41
Tab. 12: Ausgangslage für die Risikooptimierung, in Anlehnung an [102].....	48
Tab. 13: Ergebnis-Matrix des Praxisteils .....	61
Tab. 14: Datenblatt Lötschberg Basistunnel .....	66
Tab. 15: Risikomanagement-Aufgabenbereiche [26].....	68
Tab. 16: Projektanforderungen der BLS AlpTransit AG, nach [26].....	71
Tab. 17: Bewertungsmaßstab der Risikobeurteilung [26] .....	73
Tab. 18: Strategien der Risikobewältigung [26].....	76
Tab. 19: Signifikante Maßnahmen beim Projekt Lötschberg Basistunnel .....	79
Tab. 20: Inhalt des „Schlussbericht Risikomanagement“ der BLS AlpTransit AG [26].....	81
Tab. 21: Datenblatt Neue Unterinntalbahn .....	85
Tab. 22: Risikogruppen im Projekt Neue Unterinntalbahn [87] .....	89
Tab. 23: Bewertungsmaßstab der Eintretenswahrscheinlichkeit, aus [87, S.6].....	91
Tab. 24: Datenblatt Gotthard Basistunnel.....	100
Tab. 25: Von AlpTransit Gotthard AG ausformulierte Kernfragen des Risikomanagements, aus [17, S.5] .....	102
Tab. 26: Risikogruppen der AlpTransit Gotthard AG am Beispiel der Ausführungsphase, aus [17, S.9].....	104
Tab. 27: Bewertungsmaßstab der semiquantitativen Risikobeurteilung, [17].....	106
Tab. 28: Zusammenfassung Allgemeine Projektinformationen.....	112
Tab. 29: Zusammenfassung Chancen- und Risikomanagement.....	113
Tab. 30. Aktualisierungsperioden.....	120

## Literaturverzeichnis – Normen und Richtlinien

- [1] Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft: Bundesgesetz über den Bau der Schweizerischen Alpentransversale (Alpentransit-Gesetz, AtraG) vom 4. Oktober 1991 [Stand 1. September 2009]
- [2] Deutsches Institut für Normung: DIN EN ISO 9000 Qualitätsmanagementsysteme. Grundlagen und Begriffe, Beuth Verlag GmbH, Berlin 2005
- [3] Deutsches Institut für Normung: DIN 69901-1 Projektmanagement. Projektmanagementsysteme. Teil 1 Grundlagen, Beuth Verlag GmbH, Berlin 2009
- [4] Deutsches Institut für Normung: DIN 69901-3 Projektmanagement. Projektmanagementsysteme. Teil 3 Methoden, Beuth Verlag GmbH, Berlin 2009
- [5] Deutsches Institut für Normung: DIN 69901-5 Projektmanagement. Projektmanagementsysteme. Teil 5 Begriffe, Beuth Verlag GmbH, Berlin 2009
- [6] Deutsches Institut für Normung: DIN ISO 31000 Risikomanagement. Grundsätze und Leitlinien, Beuth Verlag GmbH, Berlin 2011
- [7] Deutsches Institut für Normung: DIN EN ISO 19011 Leitfaden zur Auditierung von Managementsystemen, Beuth Verlag GmbH, Berlin 2012
- [8] Internationale Organisation für Normung: ISO Guide 73 Risikomanagement . Vokabular, Beuth Verlag GmbH, Geneva 2009
- [9] Österreichische Gesellschaft für Geomechanik: ÖGG-Richtlinie Kostenermittlung für Projekte der Verkehrsinfrastruktur unter Berücksichtigung relevanter Projektrisiken, Salzburg 2005
- [10] Österreichisches Normungsinstitut: ÖNORM B 1801-5 Bauprojekt- und Objektmanagement. Projektmanagementsysteme, ON, Wien 2001

- [11] Österreichisches Normungsinstitut: ONR 49000 Risikomanagement für Organisationen und Systeme. Begriffe und Grundlagen. Umsetzung der ISO 31000 in die Praxis, ON, Wien 2010
- [12] Österreichisches Normungsinstitut: ONR 49001 Risikomanagement für Organisationen und Systeme. Elemente des Risikomanagementsystems, ON, Wien 2010
- [13] Österreichisches Normungsinstitut: ONR 49002-2 Risikomanagement für Organisationen und Systeme. Teil 2: Leitfaden für die Methoden des Risikomanagements, ON, Wien 2010
- [14] Project Management Institute: A Guide to the Project Management Body of Knowledge. PMBOK Guide, Fourth Edition, Pennsylvania 2008
- [15] Schweizerischer Bundesrat: Verordnung über den Bau der Schweizerischen Alpentransversale (Alpentransit-Verordnung, AtraV) vom 28. Februar 2001 [Stand 10. April 2001]

## Literaturverzeichnis – Fachliteratur

- [16] AlpTransit Gotthard AG: AlpTransit Gotthard. Neue Verkehrswege durch das Herz der Schweiz, Informationsbroschüre, Luzern 2011
- [17] AlpTransit Gotthard AG: Leitfaden Risikomanagement, Projektunterlage, Luzern 2014
- [18] AlpTransit Gotthard AG: Projektkennzahlen Rohbau Gotthard Basistunnel, [online] [http://www.alptransit.ch/fileadmin/dateien/medien/zahlen/gbt\\_d.pdf](http://www.alptransit.ch/fileadmin/dateien/medien/zahlen/gbt_d.pdf) [7.1.2014]
- [19] Baumgärtner, U.; Büchler, T.: Systematik der Kostenrisiken am Beispiel Gotthard Basistunnel, in: Schriftenreihe Projektmanagement, Heft 2, S.137-149, 2005
- [20] Bea, F.X.; Scheurer, S.: Projektmanagement, Lucius & Lucius, Stuttgart 2008
- [21] Bea, F.X.; Haas, J.: Strategisches Management, UVK, München 2013
- [22] Beck, U.: Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne, Suhrkamp, Frankfurt am Main 1986
- [23] Bergmeister, K.: Strategische Planung und Projektmanagement. Chancen und Risikomanagement, Studienunterlagen, Institut für konstruktiven Ingenieurbau, Universität für Bodenkultur, Wien 2012
- [24] Bergmeister, K.: Strategische Planung und Projektmanagement. Planung, Genehmigung, Bau, Studienunterlagen, Institut für konstruktiven Ingenieurbau, Universität für Bodenkultur, Wien 2012
- [25] BLS AlpTransit AG: Lötschberg-Basistunnel. Von der Idee zum Durchschlag. Stämpfli Verlag AG, Bern 2006
- [26] BLS AlpTransit AG: Schlussbericht Risikomanagement, Projektunterlage, Thun 2008
- [27] Brenner Basistunnel BBT SE: Brenner Basistunnel. Eckdaten, [online] <http://www.bbt-se.com/projekt/eckdaten> [19.1.2014]

- [28] Brenner Eisenbahn GmbH: Die neue Unterinntalbahn. Bau-Information Hauptbaulos H2-2 Radfeld Mitte, Informationsbroschüre, Innsbruck 2008
- [29] Brenner Eisenbahn GmbH: Die neue Unterinntalbahn. Bau-Information Hauptbaulos H4-3 Stans, Informationsbroschüre, Innsbruck 2008
- [30] Brüggemann, H.; Bremer, P.: Grundlagen Qualitätsmanagement. Von den Werkzeugen über Methoden zum TQM, Springer Vieweg, Wolfenbüttel 2012
- [31] Brunner, F.J.; Wagner, K.W.: Taschenbuch Qualitätsmanagement. Leitfaden für Studium und Praxis, 5. Aufl., Hanser, München; Wien 2011
- [32] Bundesamt für Verkehr: Alp Transit. Die Zukunft auf Gleisen. Newsletter Nr.2, Informationsbroschüre, Bern 2007
- [33] Bundesamt für Verkehr: Alp Transit. Die Zukunft auf Gleisen. Newsletter Nr.3, Informationsbroschüre, Bern 2007
- [34] Bundesamt für Verkehr: Alp Transit. Die Zukunft auf Gleisen. Newsletter Nr.4, Informationsbroschüre, Bern 2007
- [35] Bundesamt für Verkehr: Alp Transit. Grundsätze Controlling, [online] <http://www.bav.admin.ch/alptransit/01370/01371/index.html?lang=de> [19.11.2013]
- [36] Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie: Mobilität der Zukunft. Verkehrsinfrastruktur, [online] <http://www.bmvit.gv.at/mobilitaet/verkehrsinfrastruktur/index.html> [23.10.2013]
- [37] Busch, T.A.: Risikomanagement in Generalunternehmungen. Identifizierung operativer Projektrisiken und Methoden zur Risikobewertung, IBB ETH Zürich, Zürich 2003
- [38] Coenenberg, A.G.; Fischer, T.M.: Kostenrechnung und Kostenanalyse, 6. Aufl., Schäffer-Poeschel, Stuttgart 2007
- [39] Demleitner, K.: Projekt-Controlling. Die kaufmännische Sicht der Projekte, 2. Aufl., expert-Verlag, Renningen 2009

- [40] Dudenredaktion: Duden. Das Fremdwörterbuch, 9. Aufl., Dudenverlag Bibliographisches Institut & F.A. Brockhaus AG, Mannheim 2007
- [41] Ehrbar, H.; Schoch Keller, S.: Geologische Risiken und Maßnahmenplanung am Beispiel des Teilabschnitts Sedrun, Projektbericht für das 2. Symposium "Geologie AlpTransit" der ETH Zürich, Luzern 2005
- [42] Feik, R.: Elektronisch gestütztes Risikomanagement im Bauwesen. Ein Konzept eines elektronischen Chancen- und Gefahrenmanagementsystems für Auftraggeber, Dissertation, Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften, Universität Innsbruck, Innsbruck 2006
- [43] Girmscheid, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. Prozessorientiertes integriertes Management für Unternehmen in der Bauwirtschaft, Springer-Verlag, Heidelberg 2006
- [44] Girmscheid, G.: Projektabwicklung in der Bauwirtschaft. Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer, 2. Aufl., Springer-Verlag, Heidelberg 2007
- [45] Gottschling, I.: Projektanalyse und Wirtschaftlichkeitsvergleich bei PPP-Projekten im Hochbau. Entscheidungsgrundlagen für Schulprojekte, Univ.-Verl. der TU Berlin, Berlin 2005
- [46] Gradnitzer, M.: Unterinntalbahn. Eine kritische Weganalyse, in: Brenner Congress 2013, S.61-68, Innsbruck; Bozen 2013
- [47] Häder, M.: Delphi-Befragungen. Ein Arbeitsbuch, 2. Aufl., VS Verlag f. Sozialwissenschaften/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2009
- [48] Haller, M.: Risiko-Management, in: Einführung in die Managementlehre, S.991-1020, Haupt, Bern 2002
- [49] Harrant, H.; Hemmrich, A.: Risikomanagement in Projekten. Hanser, München; Wien 2004
- [50] Herdina, J.: Die Unterinntaltrasse in der Bauausführung. Präsentationsunterlagen Infrastruktursymposium 2010, Technische Universität Wien. Wien 2010

- [51] Hillson, D: Brainstorming ist toll, aber..., [online] <http://www.risk-doctor.com/pdf-briefings/riskdoctor-32g.pdf> [29.10.2013]
- [52] Hoitsch, H.-J.; Winter, P.; Bächle, R.: Risikokultur und risikopolitische Grundsätze. Strukturierungsvorschläge und empirische Ergebnisse, in: Controlling & Management, 49.Jg., S.125-133, 2005
- [53] Hornuff, M.R.: Flexibilität in der Bauablaufplanung und ihre Nutzung bei Bauverzögerungen. Schriftenreihe des Institutes für Bauwirtschaft und Baubetrieb, Band 36, Technische Universität Braunschweig, Braunschweig 2003
- [54] Horx, M.: Delphi-Methode, [online] <http://www.horx.com/Zukunftsforschung/2-09.aspx> [31.10.2013]
- [55] Hössinger, R.: Strategische Planung und integratives Projektmanagement. Beteiligungsplanung (Partizipation), Studienunterlagen, Institut für Verkehrswesen, Universität für Bodenkultur, Wien 2012
- [56] Jakoby, W.: Projektmanagement für Ingenieure. Ein praxisnahes Lehrbuch für den systematischen Projekterfolg, Springer Fachmedien, Wiesbaden 2013
- [57] Katzenberger, W.: Systemplanung und Simulation, Studienunterlagen, Institut für Managementwissenschaften, Technische Universität Wien, Wien 2007
- [58] Klaubert, C.S.: Entwicklung eines RFID-basierten Informations- und Kommunikationssystems für die Baulogistik, Dissertation, Lehrstuhl für Fördertechnik, Materialfluss, Logistik, Technische Universität München, München 2011
- [59] Knecht, T.: Risikoanalyse von IT-Investitionen, Studienarbeit, Fachbereich Wirtschaftsinformatik, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen 2005
- [60] Kneer, G.; Nassehi, A.: Niklas Luhmanns Theorie sozialer Systeme. Eine Einführung, Fink, München 2000
- [61] Koebler, G.: Deutsches Etymologisches Rechtswörterbuch, Buchhandel Etymologisches Rechtswörterbuch Mohr, Tübingen 1995

- [62] Konsortium Beobachtungsstelle Brenner Basistunnel: Die neue Brennerbahn, [online] <http://www.bbtinfo.eu/neue-brennerbahn/ten-achse/> [14.1.2014]
- [63] Krystek, U.; Fiege, S.: Risikomanagement, in: Gabler Wirtschaftslexikon, [online] <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/7669/risikomanagement-v9.html> [19.1.2014]
- [64] Lieb, R.: Gotthard Base Tunnel. Risk Management for the World's Longest Railway Tunnel. Lessons Learnt, Präsentationsunterlagen World Tunnel Congress Helsinki 2011, Luzern 2011
- [65] Lieb, R.: Das Projektcontrolling des Bauherrn. Erfolgsfaktor beim Gotthard-Basistunnel. Präsentationsunterlagen für das Symposium Kosten-, Risiko- und Erfolgssteuerung an der ETH Zürich, Luzern 2013
- [66] Link, D.: Risikobewertung von Bauprozessen Modell ROAD - Risk and Opportunity Analysis Device, Dissertation, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Technische Universität Wien, Wien 1999
- [67] Martin, T.A.; Bär, T.: Grundzüge des Risikomanagements nach KonTraG. Das Risikomanagementsystem zur Krisenfrüherkennung nach § 91 Abs. 2 AktG, Oldenbourg, München; Wien 2002
- [68] May, H.: Lexikon der ökonomischen Bildung, 4. Aufl., Oldenbourg, München; Wien 2001
- [69] Meinholz, H.; Förtsch, G.: Führungskraft Ingenieur, Vieweg + Teubner, Wiesbaden 2010
- [70] Mikus, B: Risiken und Risikomanagement. Ein Überblick, in: Risikomanagement. Beiträge zur Unternehmensplanung, Springer -Verlag, Berlin 2001
- [71] Nachtnebel, H.P.: Hydrologie und Flussgebietsmanagement, Studienunterlagen, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, Universität für Bodenkultur, Wien 2007
- [72] ÖBB Infrastruktur AG: Handbuch zur Kostenermittlung. Projektunterlage, Wien 2009

- [73] ÖBB Infrastruktur AG: Zielbild, Strategie, Projektunterlage, Wien 2012
- [74] ÖBB Infrastruktur AG: Die neue Unterinntalbahn, [online] [http://www.oebb.at/infrastruktur/de/5\\_0\\_fuer\\_Generationen/5\\_4\\_Wir\\_bauen\\_fuer\\_Generationen/5\\_4\\_1\\_Schieneinfrastruktur/Brennerachse/Kundl\\_Radfeld\\_Baumkirchen/index.jsp](http://www.oebb.at/infrastruktur/de/5_0_fuer_Generationen/5_4_Wir_bauen_fuer_Generationen/5_4_1_Schieneinfrastruktur/Brennerachse/Kundl_Radfeld_Baumkirchen/index.jsp) [14.1.2014]
- [75] Osztovics, W.; Mühlbacher, E.: Die Angst des Bauherren vor dem Bürger . Strategisches Umfeldmanagement als Antwort auf die wachsende Schwierigkeit, Großprojekte in Politik und Gesellschaft durchzusetzen, in: Österreichische Ingenieur- und Architektenzeitschrift, 153. Jg., Heft 10-12, 2008
- [76] Papenbrock, J.; Gleißner, W.: Extremrisiken und unvorhersehbare Ereignisse, in: Risiko Manager, Nr. 5, 2012
- [77] Patzak, G.; Rattay, G.: Projektmanagement. Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios, Programmen und projektorientierten Unternehmen, 5. Aufl., Linde, Wien 2009
- [78] Pfeifer, T.: Qualitätsmanagement. Strategien, Methoden, Techniken, 3. Aufl., Hanser, München; Wien 2001
- [79] Purrer, W.: Realisierung eines Infrastrukturprojektes als sozialer Prozess, in: Brenner Congress 2013, S.73-81, Innsbruck; Bozen 2013
- [80] Quadbeck-Seeger, H.-J.: Der Wechsel allein ist das Beständige. Zitate und Gedanken für innovative Führungskräfte, Wiley, Weinheim 2002
- [81] Renn, O.: Concepts of Risk. An interdisciplinary Review. Part 1: Disciplinary Risk Concepts, in: GAIA, Nr. 17/1, S. 50-66, 2008
- [82] Renn, O.: Concepts of Risk. An interdisciplinary Review. Part 2: Integrative Approaches, in: GAIA, Nr. 17/2, S.196-204, 2008
- [83] RiskConsult GmbH: RIAAT. Risk Administration and Analysis Tool, [online] <http://www.riskcon.at/riaat.php> [16.1.2014]
- [84] Ropohl, G.: Allgemeine Systemtheorie. Einführung in transdisziplinäres Denken, Ed. Sigma, Berlin 2012

- [85] Rudin, C., Reinke, P.: Neue alpenquerende Bahntunnel in Europa, in: Tunnel, Nr. 3, S.14-28, 2008
- [86] Sander, P.: Probabilistische Risiko-Analyse für Bauprojekte. Entwicklung eines branchenorientierten softwaregestützten Risiko-Analyse-Systems, Dissertation, Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, iup, Innsbruck 2012
- [87] Sander, P.; Leitinger, P.: Ergebnisbericht Risikoanalyse Unterinntaltrasse. Rahmenplan 2014-2019 (Entwurf), Projektunterlage, Innsbruck 2013
- [88] Sander, P.; Schweiger, A.; Schreter, M.: Projektreview Unterinntaltrasse. Analyse der Nachtragsursache. Grundlagen und Vorgehensweise, in: bauaktuell, Nr. 5, 2013
- [89] Saporita, R.: Managing Risks in Design & Construction Projects, Asme, New York 2006
- [90] Schneider, G.: Die Monte Carlo Simulation. Was ist darunter zu verstehen, welche Instrumente für die Anwendung werden benötigt und der Stellenwert verdeutlicht anhand eines Beispiels, Grin, München 2009
- [91] Schulz, M.; Renn, O.: Das Gruppendelphi. Konzept und Fragebogenkonstruktion, VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2009
- [92] Schulz, M.; Laborgne, P.; Jenssen, T.: Protokoll zum Gruppendelphi, Projektbericht, Internationales Zentrum für Kultur- und Technikforschung, Universität Stuttgart, Stuttgart 2011
- [93] Schweiger, A.: Projektcontrolling. Die Schwierigkeiten der Kostenplanung und Risikobeurteilung bei Verkehrsinfrastrukturprojekten, Diplomarbeit, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, Hochschule Mittweida, Mittweida 2012
- [94] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: Merkblatt SIA 2007. Qualität im Bauwesen. Aufbau und Anwendung von Managementsystemen, SIA, Zürich 2007
- [95] Simoni, R.: Gotthard-Basistunnel. Herausforderungen auf dem Weg zum Weltrekord, in: Swiss Tunnel Congress. Fachtagung für Untertagebau, Nr. 12, S.16-27, 2013

- [96] Smith, K.; Petley, D.N.: Environmental Hazards. Assessing Risk and Reducing Disaster, 5. Aufl., Routledge/Taylor & Francis Group, London 2009
- [97] Socher, C. Risikomanagementtechniken in der Bauwirtschaft, Diplomarbeit, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Technische Universität Wien, Wien 1998
- [98] Spiegl, M.: Ein alternatives Konzept für Risikoverteilung und Vergütungsregelung bei der Realisierung von Infrastruktur mittels Public Private Partnership unter International Competitive Bidding, Dissertation, Institut für Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement, Universität Innsbruck, Innsbruck 2000
- [99] Spiegl, M.; Sander, P.; Pellar, A.; Maidl, U.; Herdina, J.; Feistmantl, K.: Ein Fazit zur Risikoanalyse als Grundlage für eine Variantenentscheidung am Beispiel Los H8, in: Geomechanics and Tunneling Nr. 4, S.295-303, 2011
- [100] Stempkowski, R.: Risikomanagement Bau. Methoden und Erfahrungen bei der praktischen Umsetzung von Risiko- und Chancenmanagement bei Bauprojekten, Netzwerk-Verl., Wien 2013
- [101] Stempkowski, R.; Jodl, H.G.; Kovar, A.: Projektmarketing im Bauwesen. Strategisches Umfeldmanagement zur Realisierung von Bauprojekten, Manz'sche Verlags- und Universitätsbuchhandlung, Wien 2003
- [102] Stempkowski, R.; Link, D.: Risikomanagement in Bauprojekten, Vortragsunterlagen Baumanagementtag der ÖBB, Wien 2003
- [103] Stempkowski, R.; Link, D.: Grundlagen, praktische Anwendungen und Nutzen des Risikomanagements im Bauwesen, Artikel Risikomanagementsymposium Graz, Graz 2004
- [104] Stempkowski, R.; Link, D.; Sadleder, C.: Projektrisikomanagement in der Bauwirtschaft. Teil 1 - Übersicht Risikomanagement, in: Österreichische Bauzeitung, Nr. 9, 2003
- [105] Stempkowski, R.; Link, D.; Sadleder, C.: Projektrisikomanagement in der Bauwirtschaft. Teil 2 - Risikopolitik und Risikoidentifikation, in: Österreichische Bauzeitung, Nr. 10, 2003

- [106] Stempkowski, R.; Link, D.; Sadleder, C.: Projekttrisikomanagement in der Bauwirtschaft. Teil 3 – Risikoanalysen, in: Österreichische Bauzeitung, Nr. 11, 2003
- [107] Stempkowski, R.; Link, D.; Sadleder, C.: Projekttrisikomanagement in der Bauwirtschaft. Teil 4 – Risikooptimierung, in: Österreichische Bauzeitung, Nr. 12, 2003
- [108] Taleb, N.N.; Proß-Gill, I.: Der Schwarze Schwan. Die Macht höchst unwahrscheinlicher Ereignisse, Hanser, München 2008
- [109] Teuscher, P.: Projektmanagement für spezielle Infrastrukturprojekte, Studienunterlagen, Institut für konstruktiven Ingenieurbau, Universität für Bodenkultur, Wien 2012
- [110] Vieweg, W.: Free Odysseus. Management by Options. Eine Technik des Chancenmanagement, Logos Verlag, Berlin 2013
- [111] Vieweg, W.: Der Chance eine Chance. Warum Risiken minimieren die falsche Weg ist, online] [http://www.management-by-options.de/download/2014-01-16\\_Essay\\_ChangeX.pdf](http://www.management-by-options.de/download/2014-01-16_Essay_ChangeX.pdf) [21.1.2014]
- [112] Waldauer, E.: Chancenmanagement. Modell zur Umsetzung von Chancen bei Bauprojekten aus der Sicht des Bauherrn, Diplomarbeit, Studiengang Baumanagement und Ingenieurbau, Fachhochschule Joanneum, Graz 2010
- [113] Waldauer, E., Stempkowski R: Chancenmanagement. Optimierung der Kosten und Termine bei Bauprojekten, in: Netzwerk Bau, Nr. 13, 2010
- [114] Waldauer, E.; Stempkowski, R.: Chancen des Chancenmanagements. Praktische Erfahrungen aus dem Chancenmanagement und Weiterentwicklung zum Change-Management, in: Netzwerk Bau, Nr.14, 2011
- [115] Werdich, M.: FMEA. Einführung und Moderation. Durch systematische Entwicklung zur übersichtlichen Risikominimierung, 2. Aufl., Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2012
- [116] Wolf, K.; Runzheimer, B.: Risikomanagement und KonTraG. Konzeption und Implementierung, 5. Aufl., Gabler, Wiesbaden 2009

[117] Wytrzens, H.K.: Projektmanagement. Der erfolgreiche Einstieg, 2. Aufl., Facultas WUV, Wien 2013