Entwicklung einer Methodik zur Messbarkeit und Nachhaltigkeit des technischen Risikomanagements im Produktentstehungsprozess (PEP)

Sabri Asmi
(Matrikelnummer:70103001)

Eingereichte Abschlussarbeit zur Erlangung des Grades
Master of Business Administration (MBA)

im Studiengang

Umwelt- und Qualitätsmanagement

an der

Karl-Scharfenberg-Fakultät
der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften

Erster Prüfer: Dipl.-Ing. Matthias Portugall
Zweiter Prüfer: Prof. Dr. Hendrik Ernst

Eingereicht am: 21.10.2015

Vorwort und Danksagung

Diese Masterarbeit ist Bestandteil meines Studiums zur Erlangung des Grades Master of Business Administration (MBA) im Studiengang Umwelt- und Qualitätsmanagement an der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften.

Die Themengebiete des Qualitäts-/ und Risikomanagements, zu welcher diese Masterarbeit zuzuordnen ist, sind beispielsweise wie folgt:

- Systematische Risikoidentifikation, -analyse, -bewertung
- Präventive Qualitätsmethoden
- Zuverlässige Risikobewältigung
- Nachhaltige Elemente und Instrumente des Prozesscontrollings
- Strategische Kennzahlen zur Prozessbewertung

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei all den Menschen bedanken, die mich bei der Anfertigung dieser Masterarbeit unterstützt haben. An erster Stelle bedanke ich mich bei meinem Erstprüfer Herrn Dipl.-Ing. Matthias Portugall für die die vielseitige Unterstützung, präzisen Rückmeldungen und wertvolle Anregungen im Verlauf der Arbeit.

Auch möchte ich mich bei meinem Zweitprüfer Herrn Prof. Dr. Hendrik Ernst bedanken.

Hier gilt mein spezieller Dank an meine Ehefrau, Eltern, Geschwistern, Freunden insbesondere an Christian Felderer für seine moralische Unterstützung.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort und Danksagung I

Inhaltsverzeichnis II

Abkürzungsverzeichnis V

Abbildungsverzeichnis VI

Tabellenverzeichnis X

1 Einleitung 1

1.1 Problemstellung und Ziel der Arbeit 1

1.2 Aufbau der Arbeit 3

2 Grundlagen des technischen Risikomanagements 5

2.1 Einleitung 5

2.2 Begrifflichkeiten 5

2.3 Ziele des Risikomanagements 8

2.4 Grundsätze des Risikomanagements 9

2.5 Gründe des Risikomanagements 9

2.6 Die wichtigem Normen und Regeln des Risikomanagements 10

2.7 Risikomanagement-Prozess 13

2.7.1 Allgemeines 13

2.7.2 Risikobeurteilung 14

2.7.3 Risikobewältigung 19

2.7.4 Risikoüberwachung und Risikoüberprüfung 22

2.8 Präventive Qualitätsmethoden des technischen Risikomanagements 23

2.8.1 Fehlermöglichkeit- und Einflussanalyse (FMEA) 28

2.8.2 Quality Function Deployment (QFD) 40

2.8.3 Brainstorming 43

2.8.4 Delphi-Methode 44

2.8.5 Ursache-Wirkungs-Diagramm 45
2.8.6 Fehlerbaum- und Ablaufanalyse 46
2.8.7 Standardabweichung 48
2.9 Notfall-, Krisen- und Kontinuitätsmanagement als Teil des Risikomanagements 48
2.10 Risikomanager 52
3 Nachhaltigkeit und Messbarkeit des technischen Risikomanagements 54
3.1 Prozesscontrolling 54
3.1.1 Elemente des Prozesscontrollings 54
3.1.2 Quality Gates als Instrument des Prozesscontrolling 56
3.2 Prozessbewertung 59
4 Herausforderung und Handlungsbedarf aus Prozess- und Produktsicht 62
4.1 Herausforderung aus Prozesssicht und Handlungsbedarf 62
4.2 Herausforderung aus Produktsicht und Handlungsbedarf 67
5 Lösungsansatz (Konzept) 70
5.1 Nachhaltigkeit des technischen Risikomanagements 70
5.1.1 Nachhaltige Risiko-/ Maßnahmenlenkung 70
5.1.2 Integrierte Quality Gates im technischen Risikomanagement 75
5.2 Messbarkeit des technischen Risikomanagements 78
5.2.1 Durchlaufzeitmessung 78
5.2.2 Termintreue 79
5.2.3 Risiko vor und nach Maßnahmen 80
5.2.4 Big Picture Nachhaltigkeit und Messbarkeit des technischen Risikomanagements. 82
5.2.5 Template „technisches Risikomanagement“ und Anwendungsbeispiele 83
6 Fazit und Ausblick 85

Literaturverzeichnis 88

Anhang 93

Eidesstattliche Erklärung 97

Abkürzungsverzeichnis

AW	Auswirkung
CBRM	Change Based Risk Management
CFK	Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff
CIRS	Critical Incidents Reporting Systems
CMMI	Capability Maturity Model Integration
DLZ	Durchlaufzeit
DOE	Design of experiments
ETW	Eintrittswahrscheinlichkeit
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
EFQM	European Foundation for Quality Management
FTA	Fault Tree Analysis
HACCP	Hazard and Critical Control Point
HAZOP	Hazard and Operability Study
KonTrag	Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich
KPI	Key Performance Indicators
ÖNORM	Österreichische Norm
PEP	Produktentstehungsprozess
QFD	Quality-Function-Deployment
SOP	Start of Production
SPICE	Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grundlegende Begriffe zum Risiko, (Quelle: (ONR 49000, 2014)) 6

Abbildung 2:Risiken als mögliche Planabweichung,(Quelle: (Gleißner & Romeike, 2005, S. 27)) 7

Abbildung 3:Begriff und Gründe des Risikomanagements, (Quelle: (Wolke, 2008, S. 3)) 10

Abbildung 4:Risikomanagement für Organisationen und Systemen, (Quelle: ONR49000:2014) 11

Abbildung 5:Rechtshistorie, (Quelle: (Diederichs, 2012, S. 24)) 12

Abbildung 6:Risikomanagement den Top-down- und den Bottom-up-Ansatz, (Quelle: (ONR 49000, 2014)) 13

Abbildung 7:Risikomanagement-System, (Quelle: (ONR 49000, 2014)) 14

Abbildung 8:"Ursache - Risiko - Auswirkung" Format, (Quelle: (Wanner, 2009, S. 63)) 15

Abbildung 9:Unterschied zwischen Risiko und Problem, (Quelle: (Wanner, 2009, S. 69)) 16

Abbildung 10: Risikomatrix, (Quelle: (ONR 49001, 2014)) 17

Abbildung 11:Gegenseitige Abhängigkeit von Risiken, (Quelle: (ONR 49001, 2014)) 18

Abbildung 12:Bewältigungsstrategien bei der Risikosteuerung, (Quelle: (Romeike & Hager, 2013, S. 140)) 20

Abbildung 13:Risikovermeidung, (Quelle: (Romeike & Hager, 2013, S. 141)) 20

Abbildung 14:Risikoverminderung, (Quelle: (Romeike & Hager, 2013, S. 142)) 21

Abbildung 15: Drei-Stufen-Modell für die Risikobewältigung, (Quelle: (ONR 49001, 2014)) 22

Abbildung 16:Fehlerentstehung und -behebung im PEP [Wit95], (Quelle: (Brüggemann & Bremer, 2012, S. 7)) 23

Abbildung 17: Zehnerregel der Fehlerkosten nach Daimler Benz,(Quelle: (Brüggemann & Bremer, 2012, S. 29)) 24

Abbildung 18:Das Eisberg-Prinzip: Die verdeckte Bedrohung durch mangelnde Qualität, (Quelle: ((Schmitt & Pfeifer, 2010, S. 4) 25

Abbildung 19.Einsatz von Methoden des Qualitätsmanagements im PEP,(Quelle: (Brüggemann & Bremer, 2012, S. 30)) 25

Abbildung 20: Zusammenhang zwischen den FMEA-Arten,(Quelle: (Brüggemann & Bremer, 2012), S. 46) 29

Abbildung 21:Phasenmodel DAMUK, (Quelle: (VDA, 2009, S. 17)) 31

Abbildung 22: Die fünf Schritte zur Erstellung der FMEA, (Quelle: (VDA, 2009, S. 33) 32

Abbildung 23: Beispiel Systemstruktur bis zur Merkmalebene der Komponenten, (Quelle: (VDA, 2009, S. 36) 33

Abbildung 24:Funktionsanalyse einer Produkt-FMEA, (Quelle: (VDA QMC, 2010), S.69) 34

Abbildung 25:Fehleranalyse ausgehend vom Drosselklappensteller, (Quelle: (VDA QMC, 2010), S.70) 35

Abbildung 26:Risikoprioritätszahl RPZ, (Quelle: (Kamiske, 2013), S.714)..... 37

Abbildung 27: Risikomatrix,(Quelle: (VDA, 2009, S. 66))..... 38

Abbildung 28:Zusammenwirken zwischen FMEA und QFD, (Quelle: (Meyer, kein Datum))..... 40

Abbildung 29:Übersetzung von Quality Function Deployment, (Quelle: (Gamweger, Jöbstl, Strohrmann, & Suchowerskyj, 2009, S. 47)) 41

Abbildung 30:Globalisierung und QFD, (Quelle: (Brüggemann & Bremer, 2012, S. 30)) 41

Abbildung 31:House of Quality,(Quelle: (Kamiske, 2013, S. 743)) 43

Abbildung 32:Die vier Grundregeln des Brainstormings, (Quelle: (Loos, 2004)) 44

Abbildung 33: Delphi-Methode, (Quelle: (Horx, 2010)) 44

Abbildung 34: Ishikawa-Diagramm für schlechte Kopierergebnisse, (Quelle: (Theden & Colsman, 2013, S. 40)) 45

Abbildung 35:Arbeitsschritte der Fehlerbaumerstellung, (Quelle: (VDA, 2003, S. 15)) 47

Abbildung 36:Fehlerbaumbeispiel: Hauptereignis, UND/ODER-Gatter, Primärereignisse, (Quelle: (Edler, Soden, & Hankammer, 2015, S. 18)) 47

Abbildung 37: Standardabweichung für verschiedene Anlagen, (Quelle: (ONR 49002-2, 2014)) 48

Abbildung 38:Keine Krise kommt über Nacht, (Quelle: (Argenus GmbH, 2009)) 49

Abbildung 39:Notfall-, Krisen- und Kontinuitätsmanagement als Teil des Risikomanagements, (Quelle: (ONR 49002-3, 2014)) 49

Abbildung 40: Notfall- und Krisenmanagement. Unterschiede, Gemeinsamkeiten & fließender Übergang, (Quelle: Christian Brauner, Risk Management; (Sartory, Senn, Zimmermann, & Mazumber, 2013, S. 32) 50

Abbildung 41: Prozess und Aufgaben im Notfall- und Krisenmanagement, (Quelle: (ONR 49002-3, 2014)) 51

Abbildung 42:Kontinuitätsmanagement, (Quelle: (ONR 49002-3, 2014)) 51

Abbildung 43:Dreistufiger Prozess eines umfassenden Prozesscontrolling:(Quelle: (Seidenschwarz, 2008, S. 41)) 55

Abbildung 44: Frühaufklärung, Früherkennung, Frühwarnung, (Quelle: (Romeike & Finke, 2003, S. 166)) 56

Abbildung 45: Quality Gates, (Quelle: (Siegemund, 2012)) 57

Abbildung 46:Phasenmodell in der Fahrzeugentwicklung, (Quelle: Eberle & Schmid 2009: S. 152;(Gessler, 2010)) 58

Abbildung 47: Fähigkeitsstufen nach SPICE, (Quelle: (Becker , 2008, S. 180)) 61

Abbildung 48: Entwicklung der Wettbewerbsarena hin zu unternehmerischen Handlungsoptionen, (Quelle: (Schmitt & Pfeifer, 2010, S. 8)) 62

Abbildung 49: Reaktives Risikomanagement, (Quelle: (Häckelmann & Wagnitz-Peters, 2014)) 63

Abbildung 50:Salamitaktik, (Quelle: (Arnd, 2008)) 64

Abbildung 51: Proaktives Risikomanagement, (Quelle: (Häckelmann & Wagnitz-Peters, 2014)) 65

Abbildung 52:Industrie 4.0, (Quelle: (Aktuelles zur Wirtschaftslage – und zum Stand der Industrie 4.0, 2015) 67

Abbildung 53: Komplexität, (Quelle: (Nerovivo, 2005)) 68

Abbildung 54:Die vier Stufen der Industriellen Revolution, (Quelle: (Prof. Dr. Henning Kagermann, 2013, S. 17)) 69

Abbildung 55:Quality-Gates in den Phasen des Produktentstehungsprozess (PEP),(Quelle: In Anlehnung an (Wallentowitz & Reif, 2006, S. 310)) 75

Abbildung 56: Risikomatrix, (Quelle. In Anlehnung an VDA) 80

Abbildung 57:Risikomatrix vor und nach Maßnahmen, (Quelle: Eigene Darstellung)81

Abbildung 58:Big Picture Nachhaltigkeit und Messbarkeit des technischen Risikomanagements, (Quelle: Eigene Darstellung) 82

Abbildung 59:Auszug aus dem Template „technisches Risikomanagement“, (Quelle: Eigene Darstellung) 83

Abbildung 60: Risiko-/Maßnahmen Lenkungsmatrix, (Quelle: Eigene Darstellung).. 83

Abbildung 61: Risiko vor und nach Maßnahmen,(Quelle: Eigene Darstellung) 83

Abbildung 62:Quality Gates QG0 nicht erfüllt, (Quelle: Eigene Darstellung) 84

Abbildung 63: Beispiel FMEA-Formblatt zu Produkt FMEA, (Quelle: (VDA, 2009, S. 48) 93

Abbildung 64:Abbildung 61: Beispiel FMEA-Formblatt zu Produkt FMEA, (Quelle: (VDA, 2009, S. 62)) 94

Abbildung 65:FTA-Symbolik für Ereignisse, (Quelle: (Edler, Soden, & Hankammer, 2015, S. 20)) 95

Abbildung 66:FTA-Symbolik für Gatter, (Quelle: (Edler, Soden, & Hankammer, 2015, S. 23)) 96

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:Kosten eines nicht entdeckten Fehlers einer Kopiermaschine, (Quelle: (Werdich, 2011, S. 4)) 23

Tabelle 2:Übersicht der Methoden im Risikomanagement-Prozess, (Quelle: ONR 49002-2:2014) 27

Tabelle 3: FMEA Einführung, (Quelle: (Werdich, 2011), S.1) 28

Tabelle 4:Einflussmöglichkeiten zur Kostenreduktion in der Entwicklung (links Kostenentstehung rechts Kostenreduktions- Methoden), (Quelle: (Werdich, 2011), S.2) 30

Tabelle 5:Bedeutung des Fehlers (in Anlehnung an VDA-Band 4), (Quelle: (Kamiske, 2013, S. 711)) 38

Tabelle 6:Bewertung der Auftretenswahrscheinlichkeit (in Anlehnung an VDA-Band 4), (Quelle: (Kamiske, 2013, S. 712) 39

Tabelle 7:Bewertungstabelle für die Entdeckungswahrscheinlichkeit (in Anlehnung an VDA-Band 4), (Quelle: (Kamiske, 2013, S. 713)) 39

Tabelle 8: Risiko- Fortschrittstabelle, (Quelle: Eigene Darstellung) 73

Tabelle 9: Maßnahmen-Fortschrittstabelle, (Quelle: Eigene Darstellung) 74

Tabelle 10:Beispiel Risiko-/Maßnahmen Lenkungsmatrix, (Quelle: Eigene Darstellung) 75

Tabelle 11: Quality Gates Bewertungstabelle, (Quelle: Eigene Darstellung) 77

Tabelle 12:Gesamtdurchlaufzeit-Matrix, (Quelle: Eigene Darstellung) 78

Tabelle 13: Bewertungstabelle Risiko vor und nach Maßnahmen, (Quelle: Eigene Darstellung) 81

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Ziel der Arbeit

Der technologische Wandel, die Innovationskraft und der Druck des weltweiten Wettbewerbs, sowie die hohen schnell wechselnden Anforderungen der Kunden und des Marktes führten zu einer erhöhten Komplexität der Produkte der heutigen Zeit und gleichzeitig zu reduzierten Entwicklungszeiten. Diese Situation schafft den freien Weg zu Rückrufaktionen im Feld, obwohl Anforderungs-/und Risikomanagement-prozess bereits durchgeführt und die Markteinführung gefeiert wurde. Schlagzeilen aus der Presse sind z.B.: „Der japanische Autozulieferer Takata hat wegen defekter Airbags den Rekord-Rückruf von insgesamt fast 34 Millionen Autos in den USA veranlasst“ [1]oder „Erneut Probleme mit Batterien beim "Dreamliner": Die Serie von Pleiten, Pech und Pannen bei Boeings Prestigeflieger reißt nicht ab: Der US-Flugzeughersteller hatte erneut ein Problem mit den Batterien an Bord des 787 "Dreamliner".“[2]

Das heißt, nicht erkannte Risiken oder falsch eingeschätzte Restrisiken treten ein und wandeln sich zu Top-Problemen. Es wird rasch reagiert, die Öffentlichkeit erwartet Stellungnahme, eine Task-Force zur Problemlösung wird gegründet, Budget und Kapazitäten geschaffen, Entwickler, Qualitätsexperten und Projektleitung unter Druck gesetzt, die Vorstände erwarten solide Ergebnisse in kürzester Zeit etc.

Dieses Horror Szenario ist Bestandteil der heutigen Welt und kann nur durch Prävention, unter dem Motto „agieren anstatt reagieren“, vermieden werden.

„Ex-Bundespräsident Walter Scheel brachte das einmal auf eine einprägsame Formel: „Nichts geschieht ohne Risiko, aber ohne Risiko geschieht nichts"“[3]. Mit Wagemut und Enthusiasmus starte die BMW-Group eine neue Ära. Neues revolutionäres und visionäres Fahrzeugkonzept „Live-Drive-Architektur“ mit Material Mix CFK /Alu „Die Kohlefaser ist 30 Prozent leichter als Alu und 50 Prozent leichter als Stahl.“[4] mit Fokus

---

[1] (Süddeutsche Zeitung, 2015)

[2] (T-online, 2014)

[3] (Kutter, 2009)

[4] (Karius, 2015)

auf Mobilitätsdienstleistungen und Connected Drive Konzepten als Alleinstellungsmerkmal.

Die Entwicklung, Integration und die Inbetriebnahme solcher komplexen und innovativen Elektrik/Elektronik/Antrieb/Karosserie-Umfänge in der Gesamtfahrzeugarchitektur ist ein Meisterwerk und Beweis dafür, dass die BMW-Group die technischen Risiken beherrscht, da bis dato negative, abwertende Schlagzeilen der Medien vermieden wurden und BMW i als Brand-Shaper für Elektrofahrzeuge steht. Der technische Risikomanagementprozess ist ein präventiver Qualitätsansatz, der in den frühen Phasen der Produktentstehung angedockt werden muss und entlang des Produktentstehungsprozesses (bis SOP) Konstrukteure, Funktions- und Eigenschaftsspezialisten, Qualitätsingenieure und die Projektleitung als kontinuierlicher und durchgängiger Prozess begleiten muss. Dadurch wird eine solide Basis zur Risiko-Bekämpfung mit weit weniger Aufwand und Kosten geschaffen.

Denn die Qualität hergestellter Produkte kann nur durch Qualität in den Prozessen sichergestellt werden.

Die vorliegende Masterarbeit nimmt den technischen Risikomanagementprozess unter die Lupe um ihn weiter zu optimieren. Sie ist von der Praxis für die Praxis, spiegelt meine langjährige fundierte Berufserfahrung zu den Themen Qualitäts-/und Risikomanagement aus verschiedenen Branchen wie z.B. dem Schiffbau und der Automobilindustrie und deren Zulieferer wider. Die Ergebnisse dieser Masterarbeit dienen zur Unterstützung der Risikomanagement-Community im Unternehmen, bei der Einführung und Aufrechthaltung des technischen Risikomanagements im Produktentstehungsprozess und schaffen Transparenz zur Risikolandschaft und soll zu schnellen Entscheidungswegen führen.
Ziel dieser Arbeit ist es, eine systematische Methode zur Nachhaltigkeit und Messbarkeit des technischen Risikomanagements im Produktentstehungsprozess zu entwickeln und durch geeignete Lösungskonzepte wie z.B. prozess- und praxisorientierte Kennzahlen und Excel-Template zu entwickeln.

1.2 Aufbau der Arbeit

In diesem ersten Abschnitt der Einleitung (Kapitel 1) wurde bereits auf die Problematik und die Ziele mit dem sich diese Masterarbeit befasst eingegangen.

Die Grundlagen des technischen Risikomanagements werden im Kapitel 2 anhand, des aktuellen Standes der Forschung und Wissenschaft, sowie die aktuellen Normen und Regeln bzw. die ONR Serie 49000 „Risikomanagement für Organisationen und Systeme“ dargestellt.

Darauf aufbauend werden ausgewählte präventive Qualitätsmethoden des technischen Risikomanagements als Grundstein für eine adäquate Risiko-Analyse vorgestellt und deren wirtschaftlicher Nutzen hervorgehoben. Desweiteren werden Grundlagen des Notfall-, Krisen- und Kontinuitätsmanagement als Teil des Risikomanagements behandelt. Das Kapitel schließt mit einer kurzen Darstellung der Verantwortlichkeiten und der Anforderungen an die Tätigkeit des Risikomanagers ab.

„Wer lenken will, muss steuern können“[5] ist ein passendes Zitat für Kapitel 3: Nachhaltigkeit und Messbarkeit des technischen Risikomanagements. Dieses Kapitel befasst sich mit den Elementen des Prozesscontrollings und –bewertung.

Projekte scheitern, weil sie der prozessualen Produktgestaltung und der steigenden technischen Komplexität nicht gewachsen sind. Dieser Aspekt wird unter Herausforderungen und Handlungsbedarfe aus Prozess- und Produktsicht (Kapitel 4) erläutert.

Ausgehend von den theoretischen Erkenntnissen aus den Kapiteln 1 bis 4, wird im fünften Kapitel der Lösungsansatz erarbeitet. Dieser beinhaltet eine nachhaltige Methode zur Risiko und Maßnahmenlenkung, integrierte Quality Gates im technischen Risikomanagement, sowie ausgewählte Kennzahlen zur Prozessmessung und einem Big-Picture. Das Kapitel schließt mit der Entwicklung eines Excel-Template ab. Dieses ist mit einem grundlegenden Anwendungsbeispiel hinterlegt und dient als Grundlage für zukünftige Anwendungen.

---

[5] (BMW-AG, 2015)

Mit Kapitel 6, dem Fazit und einem Ausblick in Bezug auf weitere Anwendungsentwicklung, wie z.B. Weiterentwicklung und Erweiterung der Lösung und Industrie 4.0 wird diese Masterarbeit abgeschlossen.

2 Grundlagen des technischen Risikomanagements

2.1 Einleitung

Die Qualität hergestellter Produkte ist die Basis des Erfolgs jedes Unternehmens. „Qualität ist, wenn der Kunde zurückkommt und nicht das Produkt“.[6] Das technische Risikomanagement ist Bestandteil eines 360° Risikomanagements und beschäftigt sich ausschließlich mit Produktrisiken, die Auswirkungen auf folgende Zielgrößen Qualität (z.B. Gewährleistungsfälle, Langzeitqualität), Gesetzeserfüllung, Funktionserfüllung, Herstellkosten und Termin haben.

Folgende Beispiele bzw. nicht Produktrisiken dienen hierbei der Eingrenzung, sowie Erläuterung der Thematik (technisches Risikomanagement) und werden vom Betrachtungsumfang der operativen Ebene ausgeschlossen:

- Produktionsrisiken: Geringe Kapazitätsauslastung in den Werken und/oder großes Feuer bricht im Werk aus etc.
- Finanzrisiken: Währungsrisiken und Aktienkursrisken in internationalen Unternehmen etc.
- Weltweite Naturkatastrophen wie z.B. schwere Tsunami und Erdbeben
- Kriegs- und Krisenregionen

Die Initiierung, Implementierung und Aufrechthaltung des technischen Risikomanagements in den Projekten, Organisationen und Management-Systemen ist keine einfache Aufgabe und wird nur durch einheitliche und standardisierte Prozesse bzw. durch Einhaltung der Normen und Regeln garantiert.

2.2 Begrifflichkeiten

Risiko: In der heutigen Literatur fehlt es an einer einheitlichen Definition des Begriffs Risiko. In der ONR 49000:2014 wurde dafür folgende Definition verwendet: Auswirkung von Unsicherheit auf Ziele, Tätigkeiten und Anforderungen.

---

[6] (Holzbaur, 2007, S. 81)

Weitere Aspekte sind wie folgt[7]:

- Stellt Wahrscheinlichkeit und Auswirkung zusammen
- Es entstehen Positive oder negative Auswirkungen
- Wahrscheinlichkeit als Maß zu Ermittlung der Ungewissheit bzw. Unsicherheit
- Strategische Entwicklung bildet die Ziele der Organisation (Kundenwünschen und Innovationskraft). Die Tätigkeiten sind operative Produktions- /Vertriebs- und Beschaffungsaktivitäten etc.
- Durch Ereignisfolgen entsteht Risiko

Die Abbildung 1 stellt die weiteren Aspekte bzw. grundlegende Begriffe des Risikos dar.

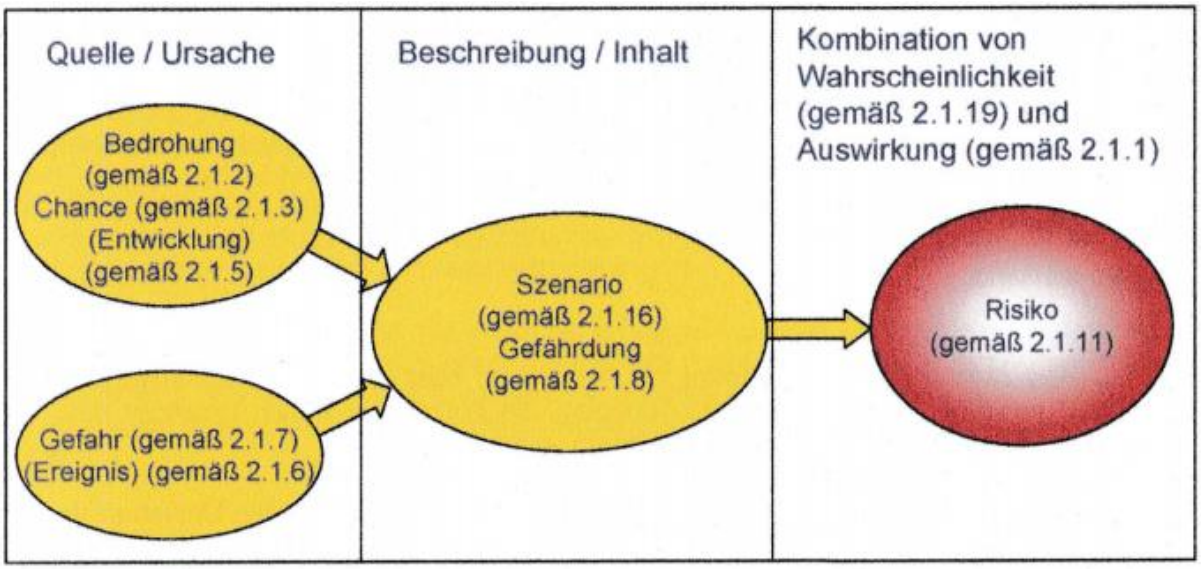


Abbildung 1: Grundlegende Begriffe zum Risiko, (Quelle: (ONR 49000, 2014))

Dieser Begriff deutet hin auf eine Abweichung vom geplanten Zielwert. Diese Zielabweichung kann sowohl ein negatives Ereignis bzw. Verlustmöglichkeit bzw. Gefahr, als auch positiv im Sinne Chance oder Gewinnmöglichkeit. Diese dichtome Risikobegriffsdefinition wird in Abbildung 2 näher dargestellt.[8]

---

[7] Vgl. (ONR 49000, 2014)

[8] Vgl. (Diederichs, 2012, S. 8)

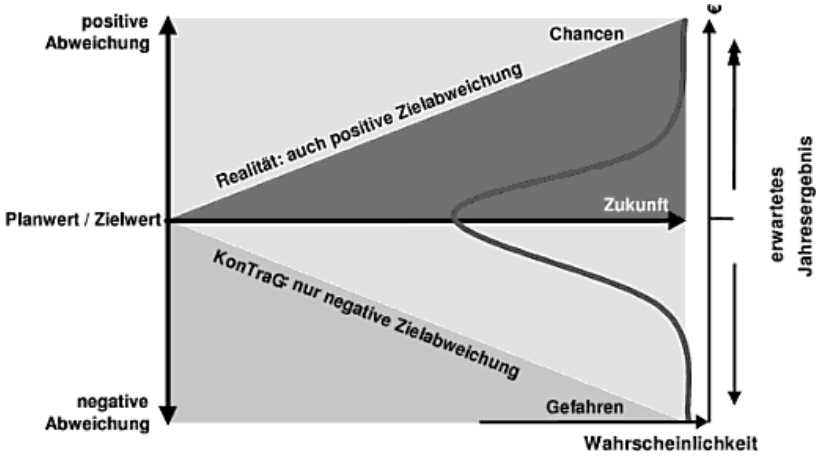


Abbildung 2:Risiken als mögliche Planabweichung,(Quelle: (Gleißner & Romeike, 2005, S. 27))

Ereignis: bezeichnet ein plötzlicher (allmählicher) Eintritt einer bestimmten Kombination von Umständen. Diese kann sowohl als auch negative Auswirkungen haben[9]

Gefahr: bedeuten laut iso-14971 potentielle Schadensquelle[10]

Chance: sind Risiken, die „mögliche positive Auswirkungen auf das Projekt haben“[11]

Krise: ist die Möglichkeit die langfristigen Unternehmziele nicht zu gefährden[12]

Risikomanagement: Analog des Risikobegriffs gibt es keine einheitliche Definition. Nachfolgend sind ausgewählte Auffassungen/Definitionen zum Begriff Risiko-management aufgeführt:

- „Unter Risikomanagement wird die Messung und Steuerung aller betriebswirt-schaftlichen Risiken unternehmensweit verstanden“[13]
- „Risikomanagement bedeutet sich mit einer Gefahr zu beschäftigen bevor Sie zu Krise wird"[14]

---

[9] Vgl. (ONR 49000, 2014)

[10] Vgl. (DIN EN ISO-14971 , 2013)

[11] (Wanner, 2009, S. 43)

[12] Vgl. (Fiege, 2006, S. 50)

[13] Vgl. (Wolke, 2008, S. 1)

[14] (Wanner, 2009, S. 40)

- „koordinierte Aktivitäten zur Lenkung und Steuerung einer Organisation in Bezug auf Risiken [ISO Guide 73:2009, Begriff 2.1]“[15]

2.3 Ziele des Risikomanagements

Eine Wirksame Einführung und Aufrechterhaltung des Risikomanagements befähigt Organisationen folgende Ziele zu erreichen:[16]

- Erhöhung der Wahrscheinlichkeit zur Zielerreichung
- Aufbau einer proaktiven Führung
- Verstärkung des Bewusstseins sowie das Verständnis für Risikoidentifikation und Risikobewältigung in der Organisation
- Den Unterschied zwischen Chancen und Bedrohungen zu erkennen und zu fördern
- Die strikte Einhaltung der gesetzlichen und regulatorischen Anforderungen sowie internationalen Normen
- Das genehmigte und das freiwillige Reporting zu optimieren
- Verbesserung der Führungsleistung in Organisationen (Governance)
- Das Vertrauen der interessierten Kreise aufbauen und gewinnen bzw. verbessern
- Die Entscheidungsfindung und Planung auf solide Basis aufbauen
- Steuerungs- und Kontrollmechanismen zu optimieren
- Effiziente Nutzung und Zuteilung der Risikobewältigungsressourcen
- Wirksamkeit und Effizienz auf operativer Ebene optimieren und erhöhen
- Steigerung der Gesundheit, Sicherheit und des Umweltschutzes
- Schadensvermeidung und Optimierung das Managements von Ereignissen
- Schadensfälle zu mindern
- Das ständige Lernen zu fördern und optimieren

---

[15] (ÖNORM ISO 31000, 2010)

[16] Vgl. (ONR 49000, 2014)

- Die Widerstandsfähigkeit zu steigern

2.4 Grundsätze des Risikomanagements

Laut ÖNORM ISO 31000:2010 sind folgende Grundsätze auf allen Ebenen einer Organisation vollständig einzuhalten und zu erfüllen, damit die Gestaltung des Risikomanagements wirksam wird – Risikomanagement:

- schafft und schütz Werte
- ist Bestandteil aller Organisationsprozesse
- ist Teil der Entscheidungsfindung
- befasst sich ausdrücklich mit der Unsicherheit
- ist systematisch, strukturiert und zeitgerecht
- schützt sich auf die besten verfügbaren Informationen
- ist maßgeschneidert
- berücksichtigt Human- und Kulturfaktoren
- ist transparent und grenzt nicht aus
- ist dynamisch, iterativ und reagiert auf Veränderungen
- erleichtert die kontinuierliche Verbesserung einer Organisation

2.5 Gründe des Risikomanagements

Die Gründe zur Umsetzung eines Risikomanagement-Prozesses sind vielfältig und komplex, da dessen Einrichtung an der Ursache zugrunde liegt. Dazu gehörende Gründe können in den folgenden Kategorien eingeteilt werden[17]:

- Rechtliche Rahmenbedingungen: dazu gehört in erster Linie KonTrag. (Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich) vom 27.04.1998
- Volkswirtschaftliche Ursachen: geführt durch die veränderten Rahmenbedingungen der Finanzmärkte (z.B. Abschaffung fixer Wechselkurse und die aussteigende gesetzliche Regulierung der Finanzmärkte)

---

[17] (Wolke, 2008, S. 2-3)

- Technologischer Fortschritt: steigende Produktivsten durch den schnellen technologischen Fortschritt und fehlende Reife durch verkürzte Produktzyklen

Der Begriff Risiko, Risikomanagement und die Gründe zur Einrichtung eines Risikomanagement werden in Abbildung 3 näher gebracht werden.

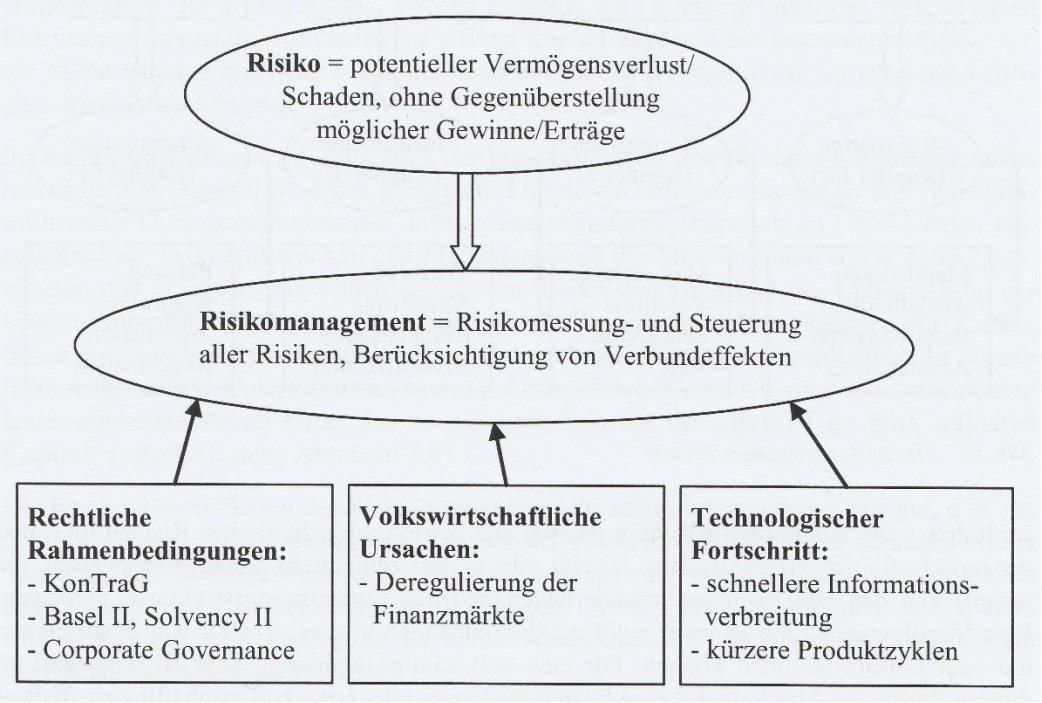


Abbildung 3:Begriff und Gründe des Risikomanagements, (Quelle: (Wolke, 2008, S. 3))

2.6 Die wichtigem Normen und Regeln des Risikomanagements

Die Bestrebungen zur Vereinheitlichung und Standardisierung und Weiterentwicklung des Risikomanagement beschäftigt die Internationale Normungsinstitute. Daraus wurde die ISO 31000:2009, Risikomanagement – Grundsätze und Richtlinien am 15 November 2009 als verbindliche Leitlinie veröffentlicht. Die vierte Ausgabe der ONR-Serie-49000 vom Jahr 2014 (Abbildung 4) integrierte die Internationalen Normungsarbeiten zum Risikomanagement. Die daraus resultierenden und gewonnenen Erkenntnisse wurden in der Anwendung der ONR einbezogen und für die Praxis leicht gemacht.[18]

[18] Vgl. (Austrian Standards Institute, 2014, S. 6)

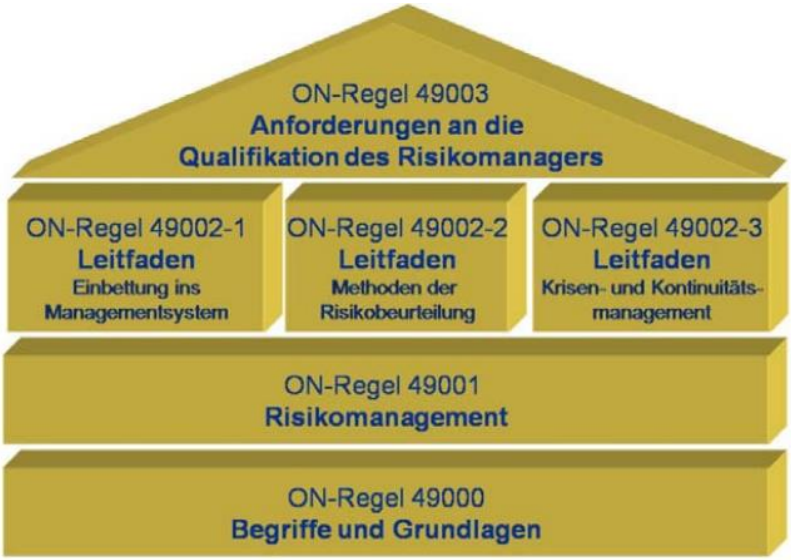


Abbildung 4:Risikomanagement für Organisationen und Systemen, (Quelle: ONR49000:2014)

Die ONR-Serie-49000 beinhaltet[19]:

- ONR 49000:2014 Risikomanagement für Organisationen und Systeme – Begriffe und Grundlagen
- ONR 49001:2014 Risikomanagement für Organisationen und Systeme – Risikomanagement
- ONR 49002:2014 Risikomanagement für Organisationen und Systeme
    - Teil 1: Leitfaden für die Einbettung des Risikomanagements ins Management System
    - Teil 2: Leitfaden für die Methoden der Risikobeurteilung
    - Teil 3: Leitfaden für das Notfall-, krisen-und Kontinuitätsmanagement - Umsetzung von ISO 31000 in die Praxis
- ONR 49003:2014 Risikomanagement für Organisationen und Systeme – Anforderungen an die Qualifikation des Risikomanagers

Eine ausführliche Dokumentation der Rechtshistorie zum Thema Risikomanagement wird in der Abbildung 5 dargestellt.

[19] Vgl. (Austrian Standards Institute, 2014, S. 6)

	relevant für	Inhalt	Bedeutung für die Praxis
KonTraG (1998)	AG, u.a. Ausstrahlungswirkung auf GmbH	Einrichtung eines Systems nach § 91 II AktG durch VS	Implementierung eines Risikofrüherkennungs- und Überwachungssystems
	AG mit amtlicher Notierung	Prüfung des Überwachungssystems nach § 317 IV HGB	Prüfung des Systems durch WP nach IDW PS 340, Bericht an AR
	mittelgroße und große Kapitalgesellschaften, Konzerne	Aufstellung eines Lageberichts mit Risikoberichterstattung nach §§ 289/ 315 HGB, Prüfung nach § 317 II HGB	Erweiterung des Lageberichtes um Risikoberichterstattung, Plausibilitätsprüfung durch WP nach IDW PS 350
TansPuG/DCGK (2002)	börsennotierte AG, Konkretisierung der Organpflicht für nichtbörsennotierte Gesellschaften	Konkretisierung gesetzlicher Verpflichtungen sowie zusätzliche Empfehlungen und Anregungen Verweis auf anerkannte Standards guter und verantwortungsvoller Unternehmensführung Entsprechenserklärung gemäß § 161 AktG zum Corporate Governance Kodex	Verpflichtung des AR auf die beratende Kontrolle Informationsversorgung des AR als Aufgabe von VS und AR Implementierung eines angemessenen Risikomanagements und Risikocontrollings
	börsennotierte AG	Prüfung des Überwachungssystems nach § 317 IV HGB	Ausweitung der Prüfung auf börsennotierte Aktiengesellschaften
BilReG (2004)	mittelgroße und große Kapitalgesellschaften, Konzerne	Aufstellung des Lageberichts mit geänderter Prognoseberichterstattung nach §§ 289/315 HGB Erweiterung der Prüfungspflicht des WP nach § 317 II HGB	Verpflichtende Darstellung von Risiken und Chancen im Lagebericht Darstellung der zugrunde liegenden Annahmen
DRS (2005)	Konzerne	Anwendung des DRS 15 für die Lageberichterstattung und DRS 5 für die allgemeine Risikoberichterstattung gemäß § 342 II HGB	Konkretisierung der Angaben zur Lageberichterstattung und Risikoberichterstattung im Lagebericht
UMAG (2005)	AG, u.a. Ausstrahlungswirkung auf GmbH	Einführung der Business Judgement Rule (§ 93 I AktG) Entscheidungen sind auf Grundlage angemessener Informationen zu treffen	Konkretisierung der Sorgfaltspflichten weitere Bedeutungszunahme einer angemessenen Informationsversorgung der Organe
Basel II (2007)	alle Unternehmen, vor allem Mittelstand	intensivierte Kommunikation mit den Kreditinstituten zunehmende Bedeutung einer angemessenen Führungs- und Kommunikationsstruktur	Aufbau/ Weiterentwicklung leistungsfähiger Planungs- & Steuerungssysteme transparente Darstellung der Risikosituation sowie Maßnahmen zur Steuerung
BilMoG (2009)	AG	Konkretisierung der Überwachungspflichten des AR nach § 107 AktG Konkretisierung der Prüfungspflichten des WP nach § 171 AktG	Überwachung des Rechnungslegungsprozesses, der Wirksamkeit des IKS, des Risikomanagement-Systems und des internen Revisionssystems Prüfung des internen Kontroll- und Risikomanagement-Systems bezogen auf den Rechnungslegungsprozess Vorhalten einer angemessenen System-Dokumentation

VS: Vorstand AR: Aufsichtsrat WP: Wirtschaftsprüfer

Abbildung 5:Rechtshistorie, (Quelle: (Diederichs, 2012, S. 24))

2.7 Risikomanagement-Prozess

2.7.1 Allgemeines

Hohe Mitarbeiter Motivation und Identifikation mit den Unternehmens-/ leitbilder und/-kultur ist die Basis des langfristigen und nachhaltigen Unternehmenserfolgs. Dies gilt auch für betriebliche Prozesse wie das Risikomanagement, dessen Implementierung auf eine solide Verankerung in der Unternehmenskultur basiert. Nur gelebte Prozesse bringen die gezielten Ergebnisse und steigern die Wertschöpfung. Daher ist es äußerst notwendig die Risikopolitik in die Unternehmensstrategie zu verwurzeln und zu integrieren. Die Dokumentation der Organisation und des Prozesses des Risikomanagements ist bereits von der Norm vorgeschrieben.[20]

Risikomanagement ist Chefsache. Vorstände sind für den Aufbau eines funktionierenden Risikomanagements verantwortlich. Diese gehört nicht zu den delegierbaren Aufgaben und ist einer der wichtigsten Aufgaben[21]. Durch die Verpflichtung der obersten (Abbildung 6)Leitung erfolgt die Risiko-beurteilung und -bewältigung nach dem Top-Down-Ansatz auf allen Ebenen der Organisation. Dazugehören strategische und finanzielle Risiken, sowie auch prozessuale. Die Koordination der Gegenstrom Top-down-, Bottom-up-Ansatz erfolgt über ein integriertes Risikomanagement um die zunehmende Komplexität zu beherrschen.[22]

Abbildung 6:Risikomanagement den Top-down- und den Bottom-up-Ansatz, (Quelle: (ONR 49000, 2014))

---

[20] Vgl. (Romeike & Hager, 2013, S. 96)

[21] Vgl. (Romeike & Hager, 2013, S. 146)

[22] Vgl. (ONR 49000, 2014)

In komplexen Organisationen ist das sogenannte Risikomanagement-System das wirksamste Mittel zur Implementierung Aufrechterhaltung und Verbesserung des Risikomanagement-Prozesses. Dieses stellt einen zentralen Stellhebel für den langfristigen Erfolg und den kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) des Risikomanagements im Unternehmen dar.[23]

Abbildung 7:Risikomanagement-System, (Quelle: (ONR 49000, 2014))

Das Risikomanagement ist ein Prozess ohne Ende - keine einmalige, statische Angelegenheit sondern ein dynamischer Vorgang.[24] Das Herzstück des Risikomanagement-Prozesses sind die seine einzelnen Etappen (Abbildung 7). Diese durchlaufen einen systematischen, kontinuierlichen und geschlossenen Regelkreis Hierzu ist der Risikomanager der Hüter des Prozesses in dem die Phasen Identifikation, Beurteilung, Steuerung und Berichterstattung koordiniert und gestaltet werden. Ferner ist es notwendig ein zentrales Risikokontrollgremium zur übergreifenden Risiko-Vernetzung und -Kontrolle zu installieren.[25]

2.7.2 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung umfasst nach ONR 49001 das gesamte Verfahren zur Risikoidentifikation, Risikoanalyse und Risikobewertung. In der ONR 49002-2 werden die Leitfäden für die Methoden der Risikobeurteilung beschrieben.

---

[23] Vgl. (ONR 49000, 2014)

[24] Vgl. (Wolke, 2008, S. 4)

[25] Vgl. (Diederichs, 2012, S. 49-50)

Risikoidentifikation: Diese erste Phase hat eine zentrale Bedeutung für den Regelkreis des Risikomanagements, da hierdurch die effiziente Umsetzung des gesamten Risikomanagement-Prozesses erfolgt. Eine gezielte systematische Identifikation ist in dieser Phase erforderlich hat oberste Priorität.[26]

Risiken werden sofort gemindert bzw. weniger gefährlich, sobald wir daran interessiert sind und uns damit vollumfänglich beschäftigen und sie richtig verstehen. Dadurch vermeiden wir etliche unbekannte Ereignisse und ernsthafte existenz-gefährdende Auswirkungen im Projektverlauf bzw. im Unternehmen. Risikoidentifikation ist die wichtigste Phase und bildet die Basis für die weiteren Schritte im Risikomanagement-Prozess.

„Versuche mögliche Probleme zu finden bevor sie auftauchen, denn …alles was schief gehen kann, wird schief gehen. (Murphy's Risikomanagement Gesetz)". Risiken identifizieren benötigt Teamarbeit und ein starkes vernetztes Projektteam (Projektleiter, Teammitglieder und Spezialisten). Aufgrund dessen ist Einzelarbeit nicht erwünscht. Risiken müssen klar definiert und eindeutig beschrieben, plausibel und für jeden verständlich dargestellt werden und das Format „Ursache – Risiko - Auswirkung" erfüllen, damit jegliche Verwechselungen mit Problemen anderer Art aber auch Ursachen vermieden werden.[27]

Abbildung 8:"Ursache - Risiko - Auswirkung" Format, (Quelle: (Wanner, 2009, S. 63))

Hier ist die Aktualität der Informationen für den weiteren Verlauf des Risikomanagements wichtig. Hierzu werden Fachexperten mit geeigneten

[26] Vgl. (Weißensteiner, 2014, S. 18)

[27] (Wanner, 2009, S. 57-63)

Informationsquellen nach deren Kenntnisstand und zu den Zielen, Anforderungen und Funktionen befragt.[28]

Die Kernfrage, haben wir ein Risiko oder ein Problem? Ist ein Hindernis im Projekt, wenn der wesentliche Unterschied zwischen Risiko und Problem nicht klar ist und das Projektteam ausschließlich mit eingetretenen unbekannten Risiken bzw. sich mit der Problembewältigung beschäftigt. Wie es oft gesagt wird: „Über Risiken spricht man nicht gerne…man hat sonst schon genug Probleme“. Die folgende Abbildung 9 zeigt den Unterschied zwischen Risiko und Problem von einer anderen Perspektive. Risiken die bereits eine Eintrittswahrscheinlichkeit von 80 % erreicht haben sollten dem Problemmanagement zugeordnet werden und dort gelöst werden.[29]

	Problem	Risiko
Auswirkung	Ist eingetreten	Kann eintreten
Massnahme	korrektiv	präventiv
Denkweise	taktisch	strategisch
Zeithorizont	kurz	lang

Vergangenheit Jetzt Zukunft

Abbildung 9:Unterschied zwischen Risiko und Problem, (Quelle: (Wanner, 2009, S. 69))

Identifizierte Risiken wechseln naturgemäß und logischerweise vom Status der „unbekannten Unbekannten“ (nicht erkannte Risiken) zu den „bekannten Unbekannten“ (erkannte Risiken) und müssen mit den Werkzeugen des Krisenmanagement oder Risikomanagements behandelt werden.[30]

Risikoanalyse: Die Risikoanalyse kann sowohl qualitativ als auch quantitativ oder als Kombination davon vorgenommen werden. In diesem Abschnitt wird der Qualitative-Ansatz wegen der Einfachheit in der Implementierung in den früheren Phasen des Produktentstehungsprozesses (PEP) dargestellt, bei dem die Eintritts-

[28] Vgl. (ONR 49001, 2014)

[29] Vgl. (Wanner, 2009, S. 68-71)

[30] Vgl. (Wanner, 2009, S. 68-70)

wahrscheinlichkeit und Auswirkung (positive oder negative) der einzelnen Risiken auf Projektziele bestimmt werden.

Die Risikohöhe, hängt sowohl von der Auswirkung ab als auch von der Eintrittswahrscheinlichkeit. Die Kombination der beiden genannten Einflussgrößen wird in der Risikomatrix abgebildet (Abbildung 10). Dadurch lassen sich drei Toleranz-Bereichen systematisieren[31]:

- Vertretbare Risiken: Nachvollziehbar akzeptierte Risiken
- Bedingt vertretbare Risiken: Adäquate Handlungsoptionen liegen transparent vor. Grundsätzlich obliegt die Entscheidung, der Projektleitung
- Nicht vertretbare Risiken: Ganzheitliche Strategie zur Risikobewältigung muss gesetzt werden

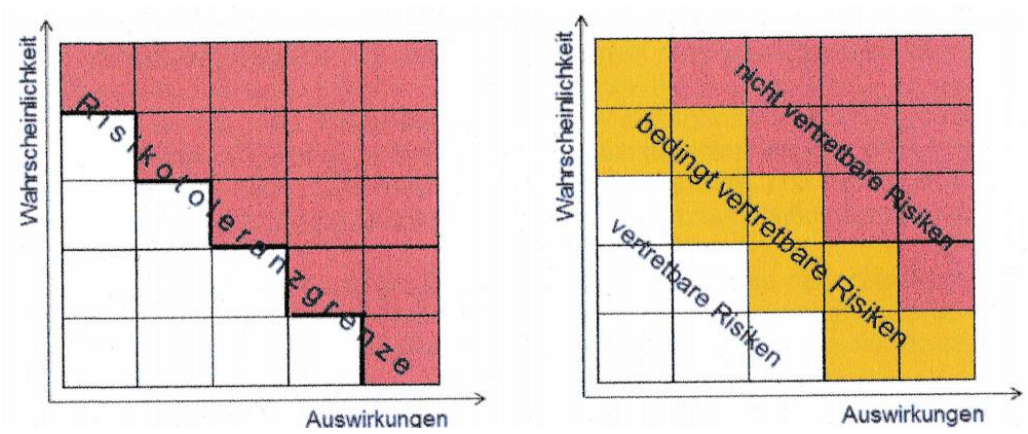


Abbildung 10: Risikomatrix, (Quelle: (ONR 49001, 2014))

Risikoanalyse bedeutet Teamarbeit, blindes Verständnis untereinander im Team und Akzeptanz. Die Grundlage für die Analyse ist eine präzise Formulierung des Risikos und des kritischen Pfades, damit die Priorisierung der Risiken und eine treffsichere Maßnahmen-Entscheidungen sichergestellt werden. Denn nicht alle Risiken verursachen Schaden und müssen mit Maßnahmen belegt werden. [32]

---

[31] Vgl. (ONR 49001, 2014)

[32] Vgl. (Wanner, 2009, S. 107-108)

Risikoanalyse hat eine Schlüsselrolle, da deren Output die Informationsgrundlage für aller risikopolitischen Entscheidungen darstellt.[33]

Ein Risiko kann vielfache Auswirkungen, die die mehrere Projektziele betreffen haben. Faktoren wie Meinungsunterschiede zwischen Fachexperten, Unsicherheit sowie Erreichbarkeit, Qualität, Menge und laufende Relevanz von Informationsfluss oder Beschränkungen bei der Simulationsausführungen werden vorgelegt und hervorgehoben. Außerdem ist es wichtig, systematisch die gegenseitige Abhängigkeit und Wechselwirkung einzelner Risiken zu ermitteln und aufzuzeigen. Dies lässt sich tabellarisch oder graphisch (Abbildung 11) darstellen.[34]

	Risiko 1	Risiko 2	Risiko 3	Risiko 4
Risiko 1	***	- -	0	- -
Risiko 2	- -	***	+++	++
Risiko 3	0	+++	***	0
Risiko 4	- -	++	0	***

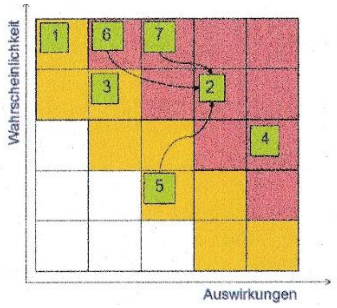


Abbildung 11:Gegenseitige Abhängigkeit von Risiken, (Quelle: (ONR 49001, 2014))

Risikobewertung: Die Risikobewertung erfolgt durch unabhängige und neutrale Fachexperten im Unternehmen. Es ist sogar empfehlenswert externe Consultants einzusetzen, da diese Wissensvorsprung, Knowhow und die richtigen Szenarien und Werkzeugen für den richtigen Umgang mit Risiken haben.[35]

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse aus der Risikoanalyse werden in dieser Phase die Prioritäten der Risikobewältigung und die Notwendigkeit gesetzt. Der Bedarf für die Risikobewältigung resultiert aus dem Vergleich der Risikohöhe aus der Risikoanalyse und den festgelegten Risikokriterien. Unter gewissen Umständen werden weitere Analysen und Aktivitäten beauftragt oder keine Maßnahmen zur Risikobewältigung per Beschluss generiert.[36]

---

[33] Vgl. (Romeike & Finke, 2003, S. 165)

[34] Vgl. (ONR 49001, 2014)

[35] Vgl. (Ebert , 2013, S. 28)

[36] Vgl. (ONR 49001, 2014)

2.7.3 Risikobewältigung

Die Risikobewältigungsphase bietet verschiedene Alternativen zur Auswahl um Risiken zu verändern und ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Nutzen, Aufwand und Kosten zu erzielen. Hierzu werden konkrete und spezifische Aktivitäten und Maßnahmen zur Beeinflussung des Risikos, durch Reduzierung der Eintrittswahrscheinlichkeiten und/oder Schadensausmaßes eingesetzt.[37]

Laut ÖNORM ISO 31000 erfolgt die Risikobewältigung in einem zyklischen Prozess in dem die Beurteilung der Risikobewältigung immer wieder erneut stattfindet um die Tolerierbarkeit der Höhe des Restrisikos zu messen und zu prüfen und ggf. die sofortige Einleitung von wirksamen Maßnahmen zur Risikobewältigung zu ermöglichen.

Es stehen folgende Handlungsoption zur Risikobewältigung zur Verfügung[38]:

- Festlegung von Strategien und Aktivitäten zur Vermeidung von Risiken z.B. Beseitigung der Risikoquellen, dazugehörige Aktivitäten einzustellen oder abzubrechen
- Gezieltes Maßnahmenpaket, das Risiken zu Chancen umwandelt schnüren
- Störquellen beseitigen
- Gestalten von Maßnahmen zur Änderung Eintrittswahrscheinlichkeit
- Gestalten von Maßnahmen zur Änderung der Auswirkung
- Effiziente Risikoteilung mit mehreren Parteien
- Freiwillige Risikobeibehaltung

Die gewählte Bewältigungsstrategie (Abbildung 12) und die daraus resultierenden Maßnahmeneffekte wirken auf die Störquelle oder Auswirkung oder beides und müssen sorgsam geprüft und entschieden werden [39]

---

[37] Vgl. (Romeike & Hager, 2013, S. 138)

[38] Vgl. (ONR 49001, 2014)

[39] Vgl. (Wanner, 2009, S. 134)

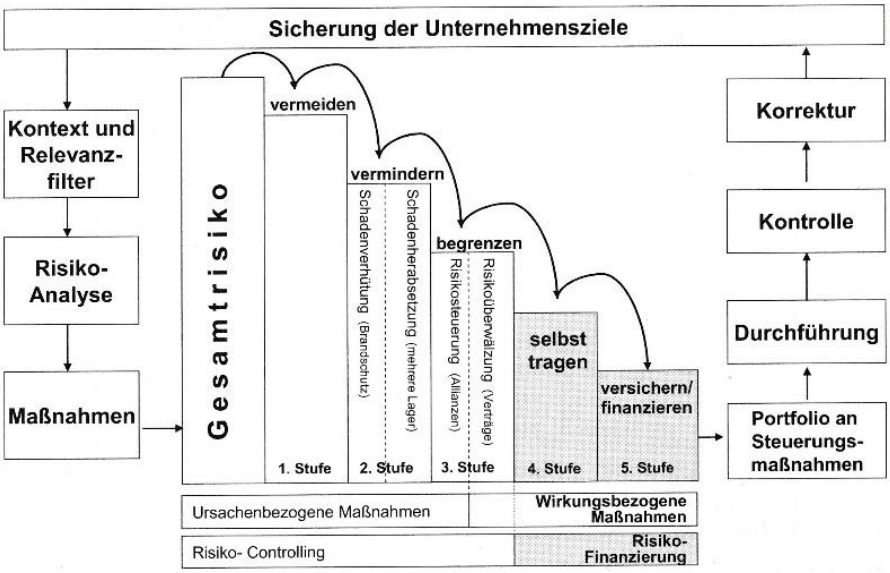


Abbildung 12:Bewältigungsstrategien bei der Risikosteuerung, (Quelle: (Romeike & Hager, 2013, S. 140))

Risikovermeidung: Risikoelimination durch Maßnahmenplanung. Diese erfolgt durch das Zurücksetzen der Wahrscheinlichkeit (auf Null) oder eliminieren der Ursachen.[40]

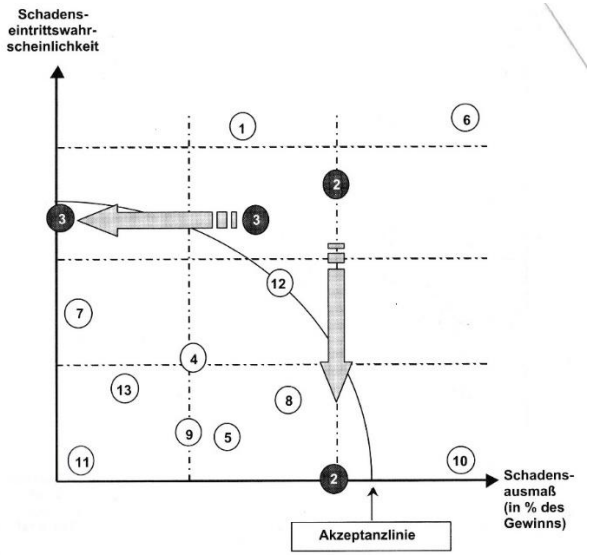


Abbildung 13:Risikovermeidung, (Quelle: (Romeike & Hager, 2013, S. 141))

Risikoverminderung: Reduzierung der Eintrittswahrscheinlichkeit und / oder der Auswirkung auf ein akzeptables Niveau durch Beeinflussung der Risikoursache. Dies

[40] Vgl. (Wanner, 2009, S. 137)

erfolgt durch einen Risikoausgleich oder durch technische und organisatorische Maßnahmen.[41]

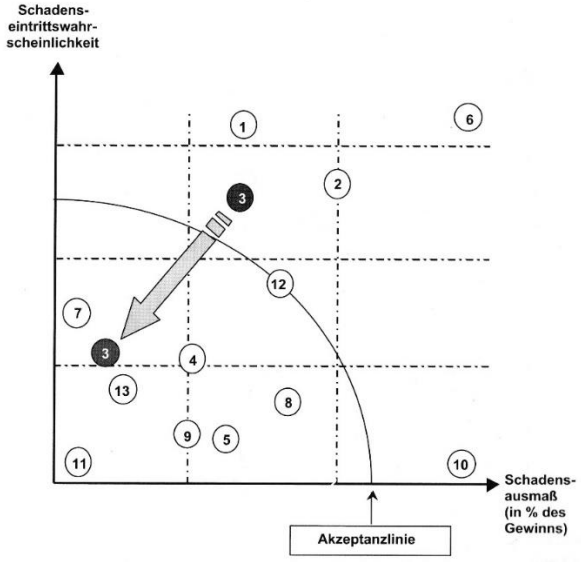


Abbildung 14:Risikoverminderung, (Quelle: (Romeike & Hager, 2013, S. 142))

Risikobegrenzung: gehört der Strategie der Risikominderung in dem die Risikolimitierung durch Festlegung eines Risikolimits durch den Vorstanden, und Risikostreuung (Risikodiversifikation) erfolgt[42]. Risikodiversifikation: „bedeutet dies nicht anderes, als dass man nicht, „alle Eier in einen einzigen Korb legt““.[43]

Risiko selbst tragen: No risk no fun beschreibt diese Situation ganz gut. Risiko/ Restrisiko wird akzeptiert und das Management hat bereits signalisiert alle Konsequenzen ebenfalls die volle Verantwortung zu übernehmen falls das Risikoeintritt.[44] Aktives Risiko-Selber-Tragen bedeutet im schlimmsten Fall einen Notfallplan dafür auszuarbeiten.[45]

Laut ONR 49001 erfolgt die Risikobewältigung in technischen Systemen im Rahmen eines Drei-Stufen-Models, das bereits im Jahr 2010 in der Maschinen-Sicherheitsverordnung aufgelistet ist. Dies ist in der selbsterklärenden Abbildung 12 aufgezeigt.

---

[41] (Romeike & Hager, 2013, S. 139)

[42] Vgl. (Diederichs, 2012, S. 125-126)

[43] (Romeike & Hager, 2013, S. 140)

[44] Vgl. (Romeike & Hager, 2013, S. 127)

[45] Vgl. (Wanner, 2009, S. 136)

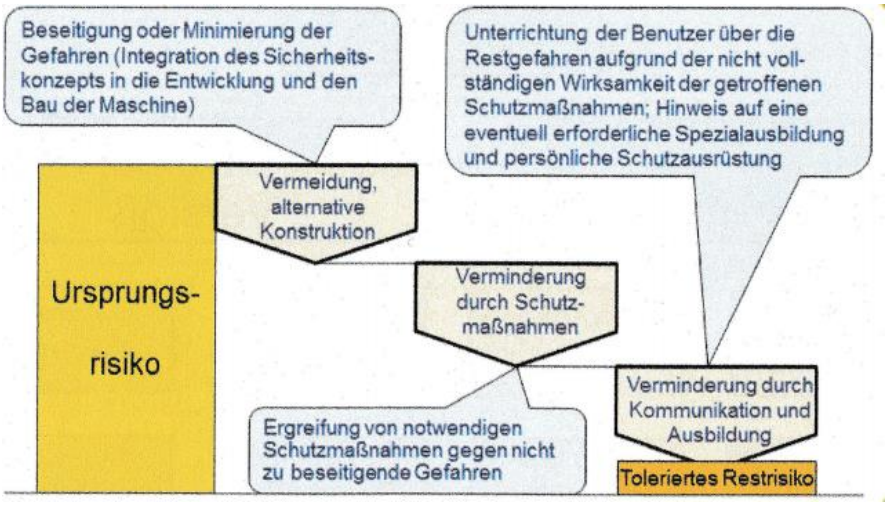


Abbildung 15: Drei-Stufen-Modell für die Risikobewältigung, (Quelle: (ONR 49001, 2014))

2.7.4 Risikoüberwachung und Risikoüberprüfung

In der abschließenden Phase Risikoüberwachung und Risikoüberprüfung erfolgt die Prüfung der Aktualität und Wirksamkeit von Maßnahmen, Entfernung der eingetretenen Risiken (Probleme) und Aufnahme neuer Risiken und ggf. Berichtung der Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkung oder Ursache über einen periodischen Zeitraum. Dazu gehören selbstverständlich die nicht abgesicherten Restrisiken (ohne Fallback Lösung und/ oder Notfallplan).[46]

Erzielte Leistung der Fortschritte Risikobewältigung, sowie Steuerung können gemessen werden und in das Leistungsmanagement des Unternehmens, sowie in externe und interne Reporting-Aktivitäten einfließen. Dementsprechend werden die Ergebnisse dieser Phase dokumentiert und in die Berichterstattung aufgenommen.[47]

---

[46] Vgl. (Wanner, 2009, S. 153-155)

[47] Vgl. (ONR 49001, 2014)

2.8 Präventive Qualitätsmethoden des technischen Risikomanagements

Das systematische und methodische entwickeln von Produkten anhand von präventiven Qualitätsmethoden gewinnt heutzutage mehr und mehr an Bedeutung. Erfahrungsgemäß entstehen 75% der Fehler in den früheren Entwicklungsphasen. Allerdings werden 80% dieser Soll- und Ist Abweichungen in den nachgelagerten Prozessen durch Ableitung von kostenintensiven Maßnahmen behoben

Ein Nachhaltiges und kontinuierliches Qualitätsprogramm sieht vor, Fehler bzw. technische Risiken sollten nicht wo sie entdeckt beseitigt werden, sondern wo sie entstehen, damit die abgleiten Maßnahmen und das entstandene Lessons Learned einen langfristigen und wirksamen Effekt erzielen können (Abbildung 16) Dadurch entstehen positive Auswirkungen auf die betriebswirtschaftliche Kennzahlen, höhere Qualität und Flexibilität bei künftigen Konzeptentscheidungen.

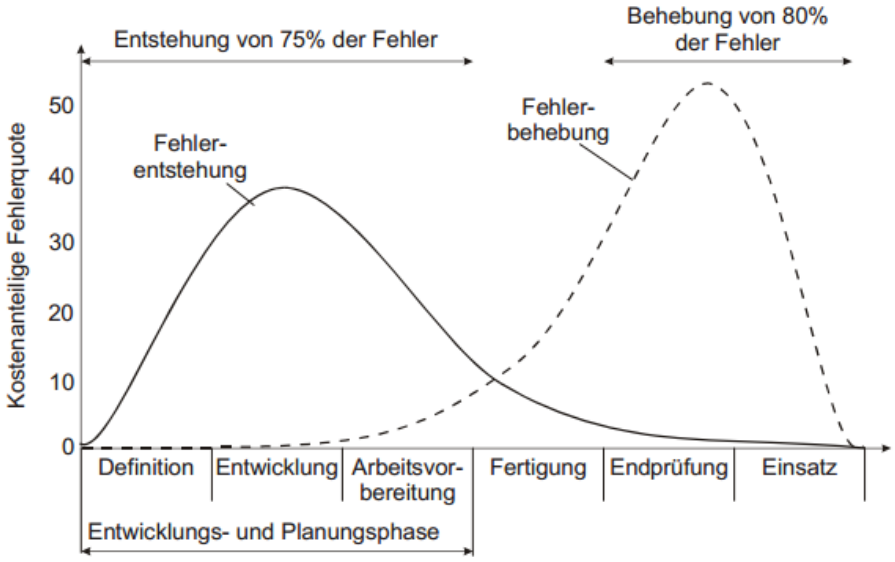


Abbildung 16:Fehlerentstehung und -behebung im PEP [Wit95], (Quelle: (Brüggemann & Bremer, 2012, S. 7))

Ein konkretes Beispiel zur Illustration der anstehenden Kosten über Laufzeit für eine Kopiermaschine durch eines nicht entdeckten Fehlers.

Design Review	35 €
Vor Teile Beschaffung	177 €
Vor Montage	368 €
Vor Auslieferung	17.000 €
Korrektur im Feld	590.000 €

Tabelle 1:Kosten eines nicht entdeckten Fehlers einer Kopiermaschine, (Quelle: (Werdich, 2011, S. 4))

Es gilt folgende 10er-Regel der Fehlerkosten (Rule oft ten) (Abbildung 17), dass je später ein Fehler identifiziert und abgestellt wird, so steigen die Kosten um eine 10er-Potenz.[48]. Zum Beispiel: „Rückrufe in der Automobilindustrie sind oft um weit mehr als eine Zehnerpotenz teurer. Allein im Jahr 2003 gab es nach Angaben des Kraftfahrtbundesamtes 144 Rückrufaktionen mit 939.884 Fahrzeugen. In den Jahren zwischen 2000 und 2005 ist die Anzahl der Rückrufe um fast 70% gestiegen. Die bisher teuerste Rückrufaktion (Ford Explorer in den USA) verursachte einen Schaden von schätzungsweise 3 Milliarden.“[49]

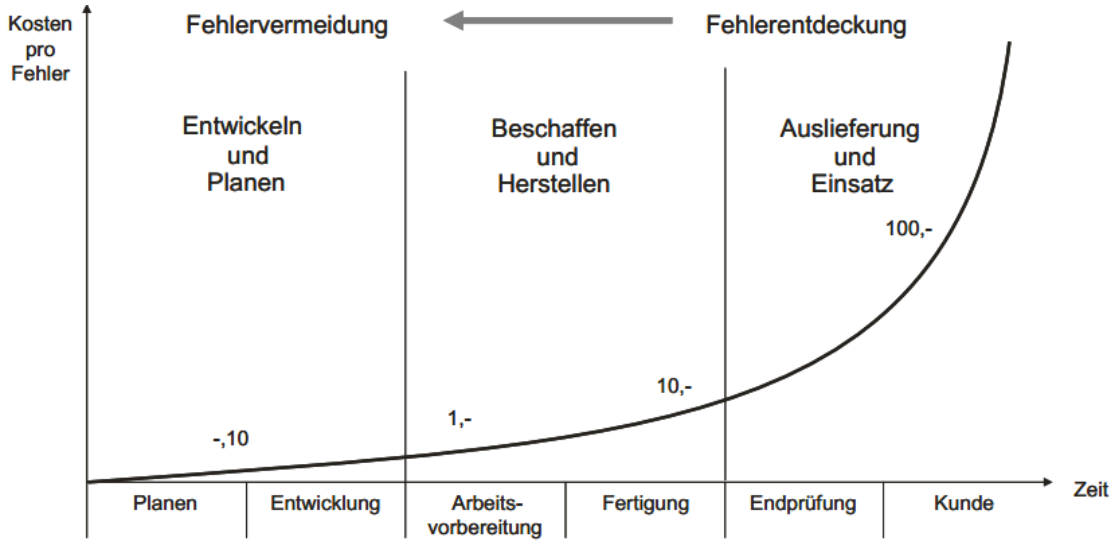


Abbildung 17: Zehnerregel der Fehlerkosten nach Daimler Benz,(Quelle: (Brüggemann & Bremer, 2012, S. 29))

Nach einer Studie des White House Office of Customer Affairs vermeiden 90% unzufriedener Kunden künftig das Produkt. Demgegenüber werden 4 % den Hersteller kontaktieren und sich beschweren. Jeder dieser unzufriedenen Kunden wird allerdings seine schlechten Erfahrungen und Unzufriedenheit mit dem Produkt an 9 bis sogar über 20 weitere potenzielle Kunden mitteilen (Abbildung 18).[50]

---

[48] Vgl. (Brüggemann & Bremer, 2012, S. 29)

[49] (Werdich, 2011, S. 4)

[50] Vgl. (Schmitt & Pfeifer, 2010, S. 3-5)

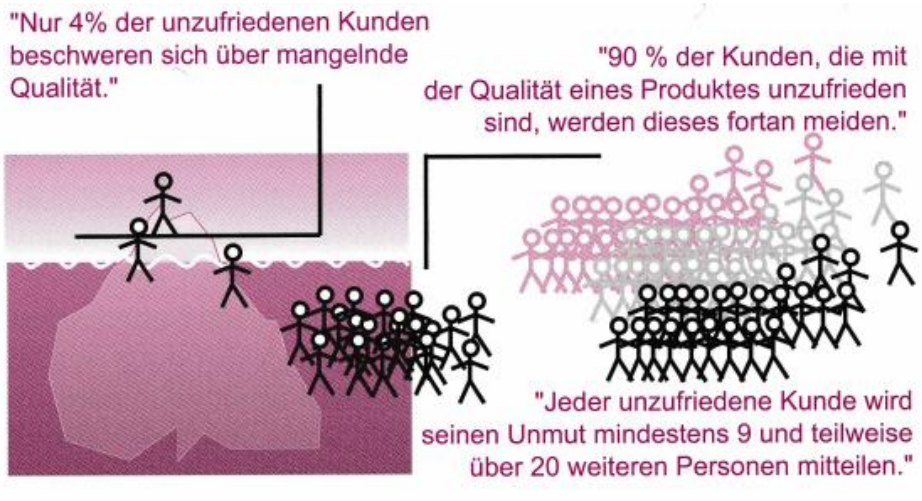


Abbildung 18:Das Eisberg-Prinzip: Die verdeckte Bedrohung durch mangelnde Qualität, (Quelle: ((Schmitt & Pfeifer, 2010, S. 4)

Diese Mängel und Defizite des Produkts und die daraus resultierenden Unzufriedenheit des Kunden können durch präventive Qualitätsarbeit bzw. durch die Sicherstellung der Anwendung von Qualitätsmethoden im Produktentstehungsprozess (PEP) in den Projekten vermieden bzw. reduziert werden Eine Zuordnung dieser Qualitätsmethoden ist standardmäßig definiert, strukturiert und erfüllt der Anforderungen der PEP-Phasenmodell (Abbildung 19):

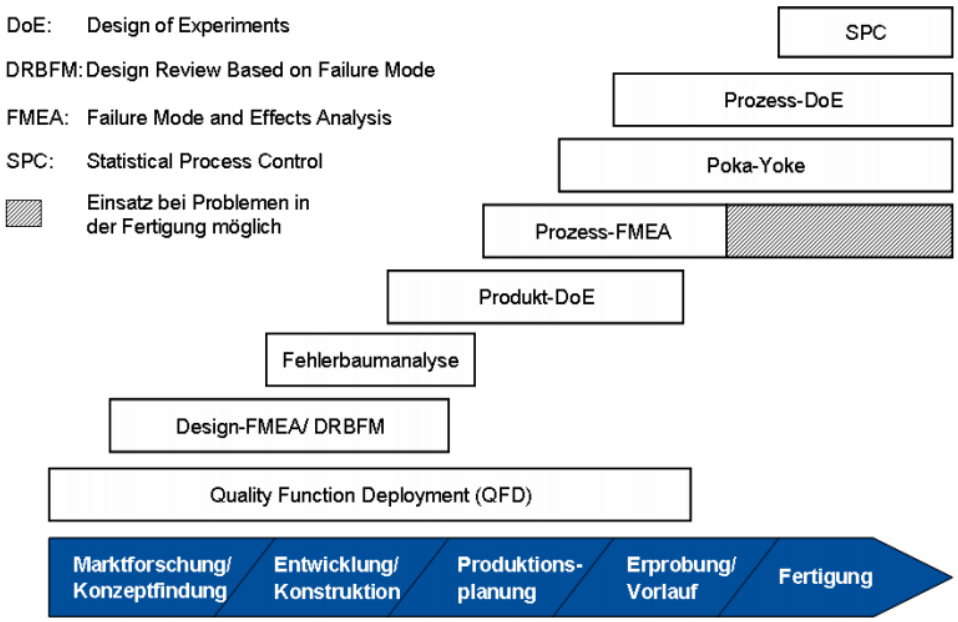


Abbildung 19.Einsatz von Methoden des Qualitätsmanagements im PEP,(Quelle: (Brüggemann & Bremer, 2012, S. 30))

„Risiken können auf unterschiedliche Arten identifiziert werden. Am wichtigsten ist dazu eine Kultur, die es erlaubt, über Risiken zu sprechen und sie rechtzeitig zu behandeln“[51]

In der ONR 49002-2 „Methoden der Risikomanagement“ wurden die Methoden zur Risikobeurteilung (Tabelle 2) in den folgenden fünf Kategorien eingeteilt:

- Funktions-Analysen (Failure Mode and Effects Analysis (FMEA); Gefährdungsanalysen, Hazard and Operability Study (HAZOP), Hazard and Critical Control Point (HACCP).
- Statistische Analysen (Standardabweichung, Konfidenzintervall und Monte Carlo Simulation).
- Kreativitäts- und Konsenstechniken (Brainstorming, Delphi-Technik, World Cafe, Citizen Conference (Bürgerkonferenz).
- Szenario-Analysen (Schadensfall-Analyse – London Protokoll, Fehlerbaum- und Ablaufanalyse, Szenario-Analyse).
- Indikatoren-Analysen (Critical Incidents Reporting Systems (CIRS), Change Based Risk Management (CBRM)).

[51] (Ebert , 2013, S. 25)

Prozess Risikomanagement					
Methode	Identifikation	Bewertung			Bewältigung
		Auswirkung	Wahrschein-lichkeitt	Risikohöhe	
Brainstorming	+++	+	+		+
Delphi-Technik	++	++	++		++
World Cafe	+++	+	+		
Citizen Conference (Bür-gerkonferenz)	+++	++	+		+
Schadensanalyse	++	+	+		+++
London Protokoll	+++	+			+++
Fehlerbaum- und Ab-laufanalyse		++	+++	+	+
Szenario-Analyse	+++	+++	++	++	+++
CIRS (Critical Incident Reporting System)	+++		+		++
CBRM (Change Based Risk Management)	+++	+		++	
FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)	+++	++	++	+	+++
Gefährdungsanalyse	++	+++	++	++	+++
HAZOP (Hazard and Op-erability Study)	+++	+++	++	+	+++
HACCP (Hazard and Critical Control Point)	++	++			+++
Standardabweichung		++	+++	++	
Konfidenzintervall		++	+++	++	
Monte-Carlo Simulation	+	++	+++	++	
Es Bedeutet: + geeignet ++ gut geeignet +++ sehr gut geeignet					

Tabelle 2:Übersicht der Methoden im Risikomanagement-Prozess, (Quelle: ONR 49002-2:2014)

2.8.1 Fehlermöglichkeit- und Einflussanalyse (FMEA)

Die Fehlermöglichkeit- und Einflussanalyse (FMEA) wurde in den 60er Jahren in den USA von der NASA als Methodenwerkzeug für Produkt-/ und Prozessentwicklung entwickelt. Erster Einsatz im Automobilbau fand Ende der 70er Jahre statt. In Deutschland wurde die FMEA als „Ausfalleffktanalyse“ genannt und in der DIN 25448 im Jahr 1980 genormt. Heute findet die Anwendung der FEMA als präventive Qualitätsmethode in den sicherheitskritischen Bereichen und in der Qualitätssicherung standardmäßig in der Automobilindustrie statt und ist in den Regelwerken QS-9000 und VDA beschrieben.[52]

Die Fehlermöglichkeit- und Einflussanalyse (FMEA) ist ein unverzichtbares Kernelement im Produktentstehungsprozess (PEP). Diese dient, „der analytischen Erkennung, Entdeckung und Vermeidung von möglichen Produktfehlern sowohl in der Produktentwicklungsphase als auch in der Produktionsplanungsphase“[53]

VDA Band-4 sieht die Bewertung von Produkt-FEMA zu den Meilensteinen C „Freigabe zur Detailentwicklung des Products“ und D „Freigabe zur Detailplanung des Produktionsprozesses“ und Prozess-FMEA zum Meilensteinen E „Freigabe Beschaffung und Herstellung von Produktionsressourcen“

FMEA	**F**ailure **M**ode and **E**ffects **A**nalysis **F**ehler **M**öglichkeiten und **E**influss **A**nalyse „Ausfallarten- und Auswirkungsanalyse“ (ISO61508 C1a) „**F**ehler **M**achen **E**igentlich **A**lle“ oder „**F**ür **m**ich **e**ine **A**bsicherung“
Failure Mode	Ausfall, Fehler, Fehlfunktion, Störung, Unterbrechung. Beste Übersetzung: „potenzieller Fehler“
Effects	Folge, Ergebnis, Wirkung. Plural bedeutet, dass mehrere Folgen möglich sind. Beste Übersetzung: „potenzielle Fehlerfolgen“
Analysis	Analyse, Auswertung, Darlegung, Gliederung, Untersuchung, Zerlegung. Ganzheitliche Untersuchung bei der das zu betrachtende Objekt soweit in seine Bestandteile zerlegt wird bis ein sicherer Zustand erreicht wird. Diese Ebene wird dann systematisch geordnet, untersucht und ausgewertet.

Tabelle 3: FMEA Einführung, (Quelle: (Werdich, 2011), S.1)

[52] Vgl. (Drews & Hillebrand, 2010, S. 78)

[53] (Von Regius, 2006, S. 50)

Abhängig vom Einsatzzeitpunkt im Produktzyklus und der Betrachtung werden die folgenden Arten von FEMA angewandt:

- Die Produkt-FEMA untersucht die konstruktive Auslegung von Produkten / Systemen bis auf Baugruppen und Bauteilen auf Fehlern, und stellt die im Pflichtenheft festgelegten Funktionen sicher.[54] Ziel ist es, ein fehlerfreies Produkt durch die Entdeckung und Beseitigung von Fehlern, sowie durch Einleitung von Maßnahmen auf den Markt zu bringen
- Die Prozess-FMEA analysiert alle Prozessabläufe in der Fertigung und Montage von Produkten und Systemen auf Fehlerquellen mit dem Ziel, der Vermeidung von Abweichung und Einhaltung der Produktmerkmale[55]

(Beispiele FMEA-Formblatt zu Produkt- und Prozess-FMEA sind im Anhang aufgeführt)

Abbildung 20 stellt den Zusammenhang zwischen Produkt- und Prozess-FMEA dar

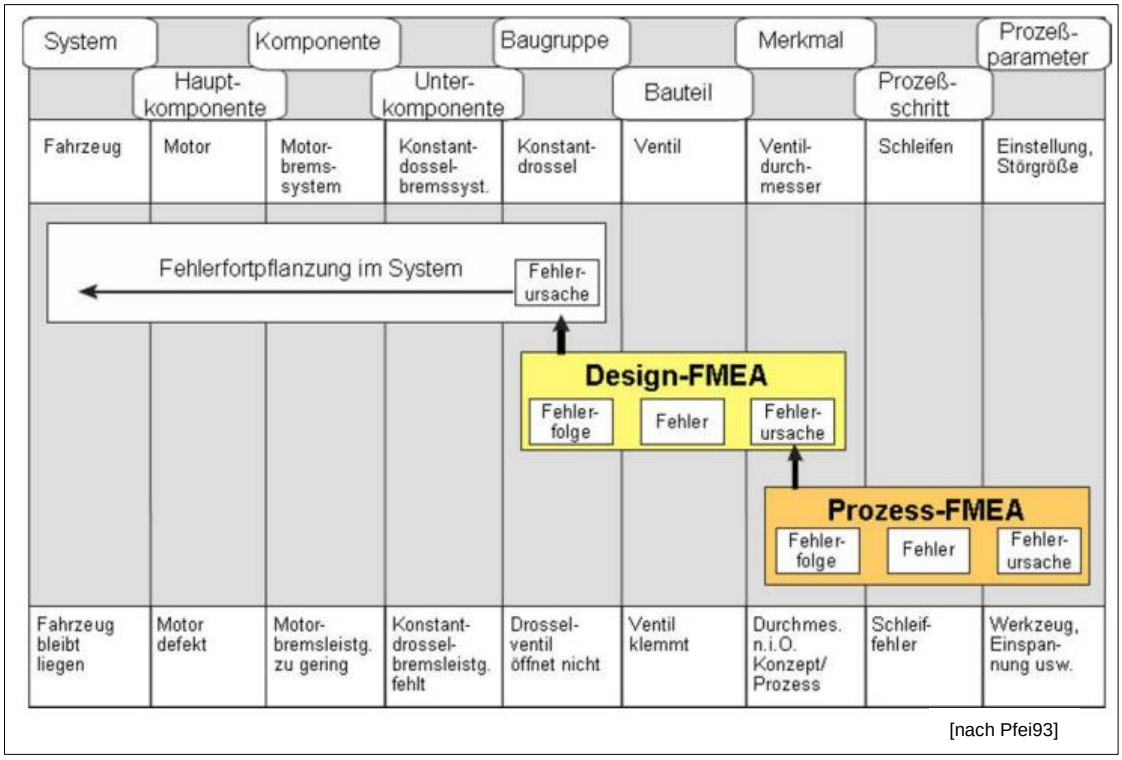


Abbildung 20: Zusammenhang zwischen den FMEA-Arten,(Quelle: (Brüggemann & Bremer, 2012), S. 46)

---

[54] Vgl. (VDA QMC, 2010, S. 56)

[55] Vgl. (VDA, 2009, S. 15)

Heute ist die Fehlermöglichkeit- und Einflussanalyse (FMEA) die meisten angewandte präventive Qualitätsmethode in den Projekten, und führt das Ranking im Vergleich zu anderen Qualitätstools als Kostenreduktionsmethode an(Tabelle 4).

	QFD	FMEA	DOE	G8D	Lessons Learned	Manage-ment
Keine konsequente Klärung der kundenforderungen	X	X				
Zu wenig/ zu späte Informationen	X	X				
Zu ungenaue Schnittstellenabstimmung		X				
Keine konsequente Know-how-Nutzung		X		X	X	
Fehlende Dokumentation		X			X	
Rad wird immer neu erfunden		X		X	X	
Hohe Fluktuation bei Know-How-Trägern					X	X
Ausprobieren statt Wissen		X	X	X		
Mangelnde Pflege der Erkenntnisse aus gelösten Problemen		X		X	X	
Mangelnder Rückfluss aus Produktion in Entwicklung		X		X		X
Zu Wenig Konsequenzen für den Kostenverursacher						X

Tabelle 4:Einflussmöglichkeiten zur Kostenreduktion in der Entwicklung (links Kostenentstehung rechts Kostenre-duktions- Methoden), (Quelle: (Werdich, 2011), S.2)

Das Phasenmodell einer FMEA bzw. eines DMUK-Modells setzt sich zusammen aus den initialen bzw. Anfangsbuchstaben folgender Phasen Definition, Analyse, Maßnahmenentscheidung, Umsetzung und Kommunikation und ist ein systematischer und effizienter Leitfaden zur Umsetzung der FMEA-Methode in den Unternehmen. Grundsätzlich kann jedes Unternehmen sein eigenes DAMUK-Modell an seine spezifischen Anforderungen anpassen[56]

D (Definition): Themen auswählen und planen

A (Analyse): Risiken systematisch identifizieren

M (Maßnahmenentscheidung): Maßnahmen entscheiden

U (Umsetzung): Maßnahmen umsetzen, verfolgen und nachhalten

K (Kommunikation): Ergebnisse kommunizieren

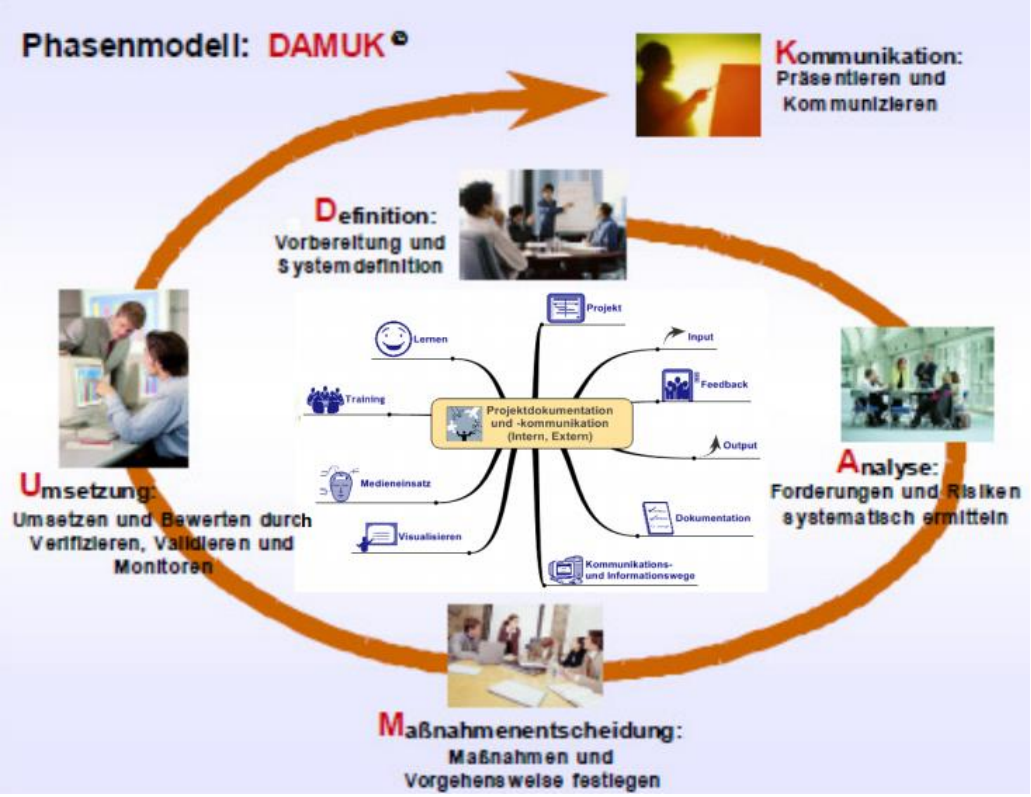


Abbildung 21:Phasenmodel DAMUK, (Quelle: (VDA, 2009, S. 17))

[56] Vgl. (VDA, 2009, S. 16)

Zur Erstellung der Produkt-/ und Prozess-FMEA sind in der DAMUK-Analyse-Phase folgende systematische fünf Schritte notwendig (Abbildung 22):

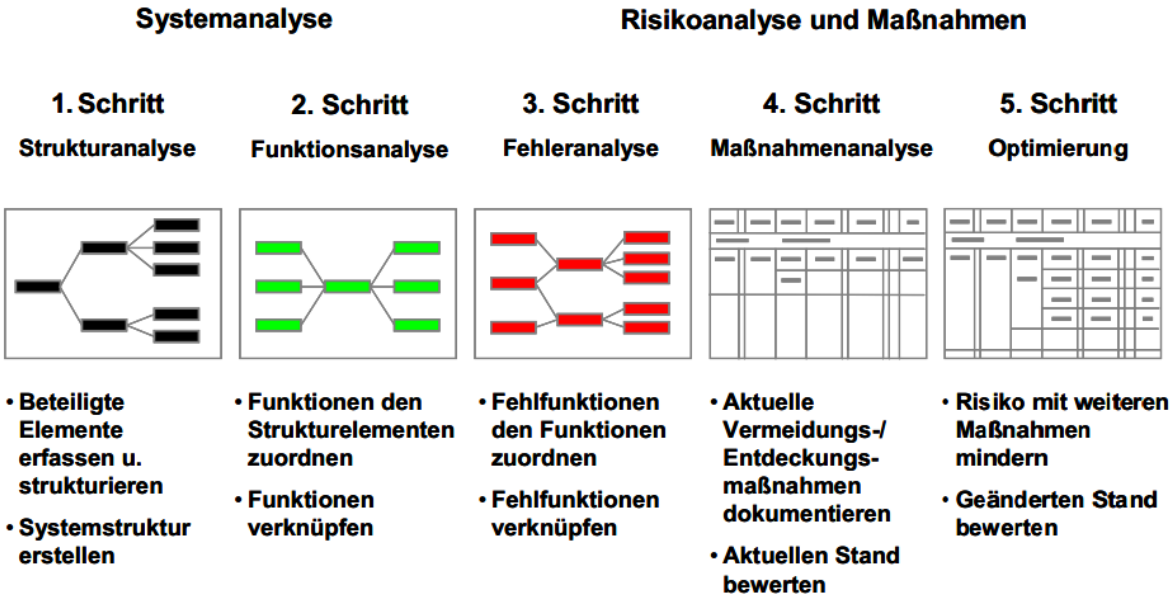


Abbildung 22: Die fünf Schritte zur Erstellung der FMEA, (Quelle: (VDA, 2009, S. 33)

Strukturanalyse: Die Ziele einer Strukturanalyse laut VDA-Band 4:

- Übersicht des betrachteten Produktes
- Wiederverwendung von Modulen
- Abgrenzung und Schnittstellenbeschreibung
- Verantwortung festlegen

Die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Systemelementen eines Systems werden abhängig der Hierarchie festgelegt. Die unterste Ebene einer Systemstruktur wird durch die Merkmale der Komponenten gebildet.[57]

[57] Vgl. (VDA, 2009, S. 36)

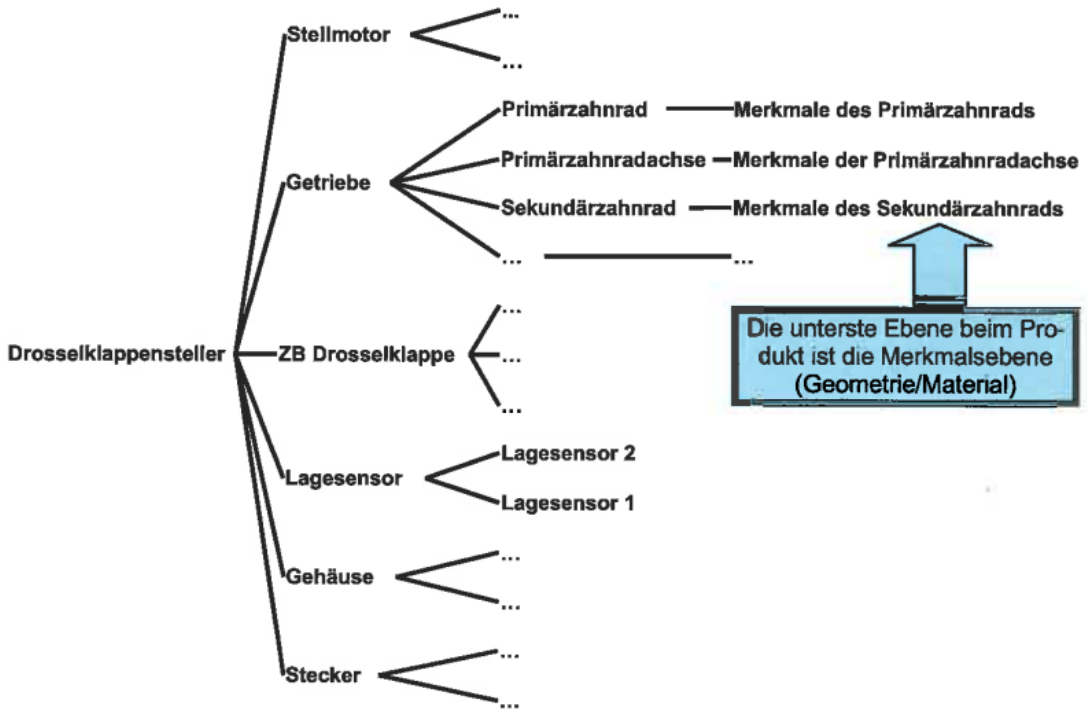


Abbildung 23: Beispiel Systemstruktur bis zur Merkmalebene der Komponenten, (Quelle: (VDA, 2009, S. 36)

Funktionsanalyse: Die Ziele einer Funktionsanalyse laut VDA-Band 4:

- Übersicht über die Funktionalität des Produkts
- Übersicht über die Ursachen-Wirkungsbeziehungen
- Verifizieren gegenüber dem Lastenheft
- Grundlage für die Fehleranalyse

In diesem Schritt werden die Funktionen und Merkmale auf Kritikalität analysiert und erkannt. Aufgrund der Wechselwirkungen zwischen den Elementen und Funktionen in der Struktur ist es notwendig eine plausible, nachvollzierbare, eindeutige und validierbare Beschreibung der Funktionen zu haben Hierzu sind gründliche und ausführliche Fachkenntnisse über das System und über die Umgebungsbedingungen des Systems unerlässlich, z.B. Umweltbedingungen (Hitze, Kälte, Vereisung, Staub).[58]

[58] Vgl. (VDA, 2009, S. 52)

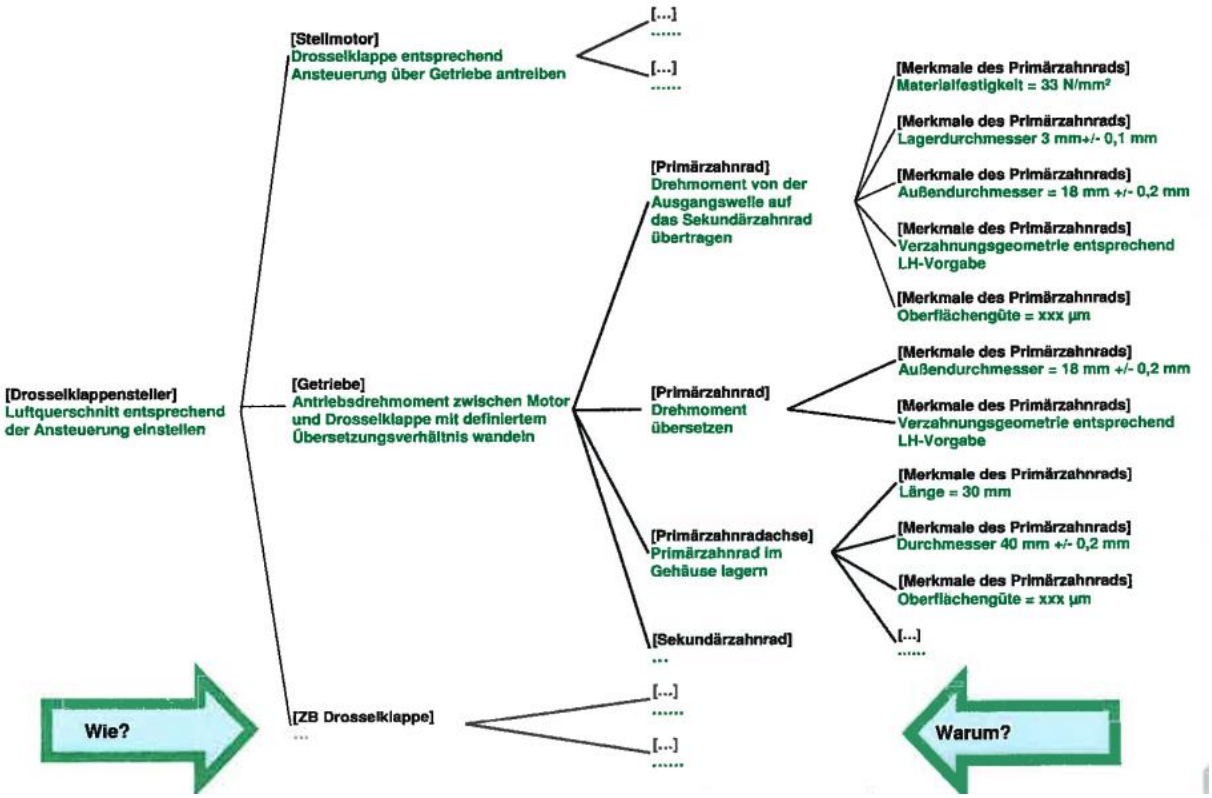


Abbildung 24:Funktionsanalyse einer Produkt-FMEA, (Quelle: (VDA QMC, 2010), S.69)

Fehleranalyse: Die Ziele einer Fehleranalyse laut VDA-Band 4:

- Ermitteln der möglichen Fehlfunktionen, zugeordnet zur Systemstruktur und Funktionen
- Verknüpfung der Fehlfunktionen zu Fehlfunktionsstrukturen
- Grundlage für die Abbildung der Fehlfunktionen im Formblatt bzw. Erstellung des Formblatts

Eine wichtige Voraussetzung für eine vollständige, gezielte und konsequente Suche nach Fehlermöglichkeiten sind folgende Punkte[59]:

- Keine Funktion: Funktionsausfall
- Teilweise, übererfüllte, geminderte, schlechte Funktion: Funktion nicht zufriedenstellend
- Zeitweise aussetzende Funktion: funktioniert nicht planmäßig

[59] Vgl. (Kamiske, 2013, S. 709)

- Unbeabsichtigte Funktion: unerwartete Fehlfunktion tritt aufgrund der Wechselwirkungen und Systemschnittstellen ein

Nach systematischer erfolgreicher Fehlersuche und Zuordnung der Fehlfunktionen zu den Funktionen erfolgt im zweiten Schritt die Verknüpfung der möglichen Fehler und Abweichungen über die Strukturebenen zu einem Felberbaum.[60]

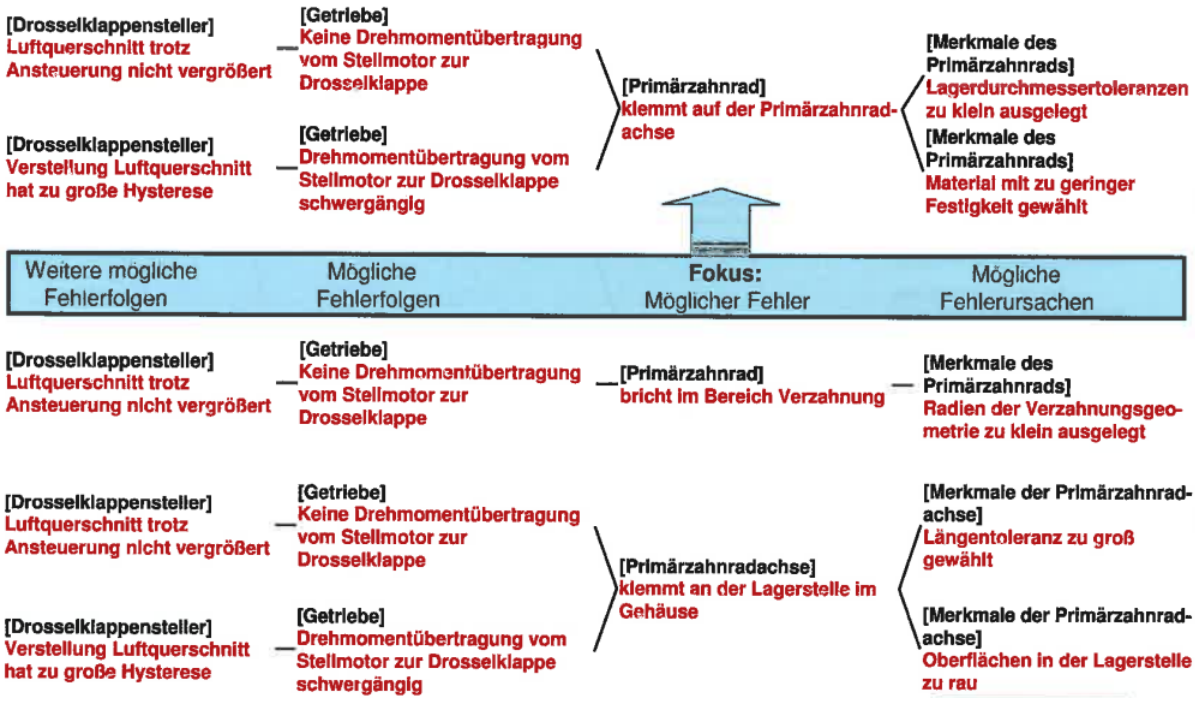


Abbildung 25:Fehleranalyse ausgehend vom Drosselklappensteller, (Quelle: (VDA QMC, 2010), S.70)

Maßnahmenanalyse: Die Ziele einer Fehleranalyse laut VDA-Band 4:

- Existierende bzw. bereits festgelegte Maßnahmen den Fehlfunktionen zuordnen
- Einschätzen des Risikos

Laut (Kamiske, 2013), existieren folgende Maßnahmenarten:

- Vermeidende Maßnahmen: die sogenannten Verhütungsmaßnahmen verhindern entweder das Auftreten von Fehlern oder der Fehlerursache

[60] (Werdich, 2011, S. 34)

- Entdeckende Maßnahmen: Mit den Prüfmaßnahmen werden mögliche Fehler entdeckt
- Maßnahmen, die die Auswirkung des Fehlers eingrenzen: Maßnahmen, die den Schaden begrenzen aber die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Fehlers nicht verhindern.

In den Formblättern sind laut VDA-band 4 zu jeden Maßnahmen einen Verantwortlichen (V) der die schnelle und reibungslose Umsetzung der Maßnahmen und Entscheidungen im Projekt vorantreibt, und Termin (T) zu Monitoring des Einsatzes der Maßnahmen in den Projekt-Phasen und Vermeidung von Termin-überschreitung. Die Nachhaltigkeit und Kontrolle der Maßnahmen erfolgt über Maßnamen-Status-Vergabe:

- Unbearbeitet: Die Umsetzung der Maßnahme hat noch nicht begonnen
- In Entscheidung: Entscheidungsvorlage ist in Erstellung. Maßnahme noch nicht final entschieden aber definiert
- In Umsetzung: Maßnahme beschlossen. Umsetzung ausstehend.
- Abgeschlossen: Wirksamkeitsnachweis, Dokumentation und abschließende Bewertung ist erfolgt. Maßnahmen umgesetzt
- Verworfen: Dokumentation der verworfene Maßnahmen ist zwingend erforderlich

<u>Risikobewertung</u>: Die Risiko-Prioritätszahl (Abbildung 26) wird laut VDA-Band 4 anhand der Multiplikation der Bewertungszahlen B (Bedeutung der Fehlerfolgen), A (Auftretenswahrscheinlichkeit der Fehlerursache) und E (Entdeckungswahrscheinlichkeit der Fehlerursache) berechnet. Der Werte Bereich besteht aus Ganzzahlen von 1 bis 10, wobei 10 dem höchsten Risikobeitrag aufweist.

Die Risiko-Prioritätszahl kann Werte von 1 bis 1000 annehmen. 1 bedeutet keine Priorität und 1000 höchste Priorität bzw. sehr hohes Risiko, hier muss Management Attention geschaffen werden und entsprechende Maßnahmen zur Reduzierung der Auftretenswahrscheinlichkeit oder zur Steigerung der Entdeckungswahrscheinlichkeit zügig eingeleitet werden. Besonderes Augenmerk soll daher auf die höchsten

RPZ-Zahlen gelegt werden. Diese sollen als erstes behandelt werden und darunter die höchste aufgewiesene Auftretenswahrscheinlichkeit.[61]

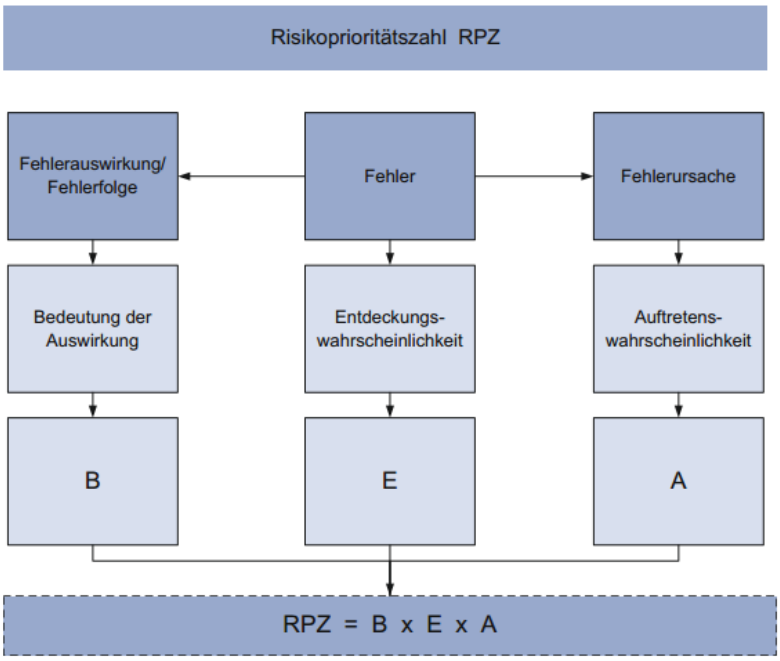


Abbildung 26:Risikoprioritätszahl RPZ, (Quelle: (Kamiske, 2013), S.714)

Als Alternative zur Risiko-Prioritätszahl bietet sich laut VDA-Band 4 die Risikomatrix bei der die Kombination B*A zur Risikobewertung verwendet wird. Deren Grenzwerte können an die firmenspezifischen Anforderungen angepasst werden:

- Grüne Ampeln: kein Handlungsbedarf
- Gelbe Ampeln: Kein zwingender Handlungsbedarf
- Roter Ampeln: Handlungsbedarf

[61] Vgl. (Von Regius, 2006, S. 87)

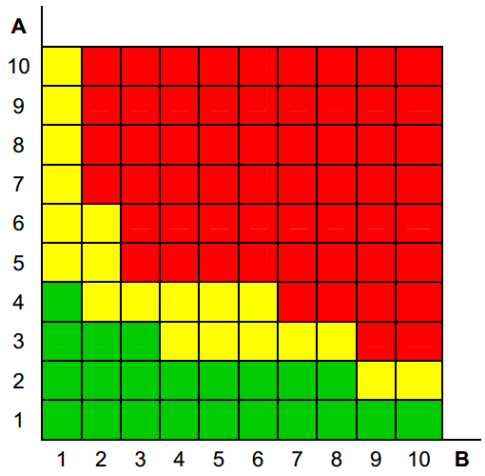


Abbildung 27: Risikomatrix,(Quelle: (VDA, 2009, S. 66))

Bedeutung: Die Fehlerfolge wird anhand der Bedeutung beim (internen oder externen) Kunden bemessen. Extreme und Schwerwiegende Fehlerfolge, die die Sicherheit mindern und/ oder die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften gefährden und/ oder die Existenz und Leistungsfähigkeit eines Unternehmens bedrohen werden mit 10 oder 9 bewertet, 1 für geringe Auswirkungen.[62]

Fehlerart		Bedeutung für den Kunden	Punkte
Produkt-FMEA	Prozess-FMEA		
Sehr geringer Fehler Funktionsbeeinträchtigung nur vom Fachpersonal erkennbar	Sehr geringer Fehler Kosten werden in akzeptablem Rahmen überschritten	Keine	1
Unbedeutender Fehler (geringe Funktionsbeeinträchtigung)	Unbedeutender Fehler (geringe Prozessstörung)	Geringfügige Bedeutung	2-3
Mittelschwerer Fehler (Beeinträchtigung von Funktionen)	Mittelschwerer Fehler (größere Prozessstörungen)	Unzufriedenheit	4-6
Schwerer Fehler (keine Funktion oder nur Teilfunktion)	Schwerer Fehler (starke Prozessstörung)	Verärgerung	7-8
Extremer Fehler (keine Funktion – eventuell Gefahr für Leib und Leben, Beeinträchtigung der Sicherheit, Verletzung von Gesetzen, Gefährdung für Firmenexistenz etc.)	Extremer Fehler (keine Funktion – eventuell Gefahr für Leib und Leben, Beeinträchtigung der Sicherheit, Verletzung von Gesetzen, Gefährdung für Firmenexistenz etc.)	Existenzielle Bedeutung	9-10

Tabelle 5:Bedeutung des Fehlers (in Anlehnung an VDA-Band 4), (Quelle: (Kamiske, 2013, S. 711))

[62] Vgl. (Kamiske, 2013, S. 711)

Eine hohe Wahrscheinlichkeit für das Auftreten der Fehlerursache wird mit 10 dotiert, eine niedrige mit 1.[63]

Fehlerrate		Auftretenswahrscheinlichkeit	Punkte
Produkt-FMEA ppm	Prozess-FMEA ppm		
1	1	Unwahrscheinlich	1
50/100	10/100	Gering (bewährter Prozess oder Produkt)	2–3
500/2.000/5.000	500/2.000/5.000	Mäßig (bewährtes System oder bewährte Komponenten, bewährter Prozess unter geänderten Bedingungen)	4–6
10.000/50.000	10.000/30.000	Hoch (Neuentwicklung oder bekanntes problembehaftetes System, neuer Prozess mit bekannten Problemen)	7–8
100.000/500.000	100.000/500.000	Hoch (Neuentwicklung, neuer Prozess)	9–10

Tabelle 6:Bewertung der Auftretenswahrscheinlichkeit (in Anlehnung an VDA-Band 4), (Quelle: (Kamiske, 2013, S. 712)

Entdeckungswahrscheinlichkeit fokussiert sich auf die Entdeckung des potentiellen Qualitätsfehlers vor Auslieferung des Produktes an Kunden. Der Zahlenwert 1 bedeutet eine hohe Wahrscheinlichkeit zur Entdeckung, 10 eine geringe.[64]

Fehlerart		Wahrscheinlichkeit der Entdeckung	Punkte
Beschreibung	Wahrscheinlichkeit		
Offensichtlicher Fehler	>99 %	Sehr hoch	1
Fehler, der leicht erkennbar ist, z. B. durch Prüfung im nachgelagerten Produktionsschritt	> 99,7 %	Hoch	2-5
Nur erkennbar durch eine 100 %-Prüfung	> 98 %	Mäßig	6-8
Fehler ist schwer zu erkennen, Erfahrung fehlt	> 90 %	Gering	9
Fehler ist nicht zu entdecken	< 90 %	Unwahrscheinlich	10

Tabelle 7:Bewertungstabelle für die Entdeckungswahrscheinlichkeit (in Anlehnung an VDA-Band 4), (Quelle: (Kamiske, 2013, S. 713))

Optimierung: Die Ziele einer Optimierung laut VDA-Band 4:

- Ermitteln der zur Verbesserung notwendigen Maßnahmen
- Einschätzen des Risikos
- Prüfen der Wirksamkeit der umgesetzten Maßnahmen

[63] Vgl. (Kamiske, 2013, S. 712)

[64] Vgl. (Kamiske, 2013, S. 713)

- Dokumentieren der umgesetzten Maßnahmen

Ein kontinuierliches und synergetisches Zusammenwirken zwischen FMEA und QFD schafft Nutzen, Mehrwert für die Risikoanalyse, da die relevanten Inputgrößen für die System-FMEA in der QFD-Produktplanung (Phase 1) ermittelt werden. Ferner dient das Output der QFD-Komponentenplanung (Phase 2) bzw. die Bauteilmerkmale zur Befüllung der System-FMEA und ist von großer Bedeutung.[65] Daher wird die Quality Function Deployment (QFD) aufgrund des Zusammenhangs mit der Fehlermöglickeits- und -einflussanalyse (FMEA) im nächsten Unterkapitel kurz erläutert.

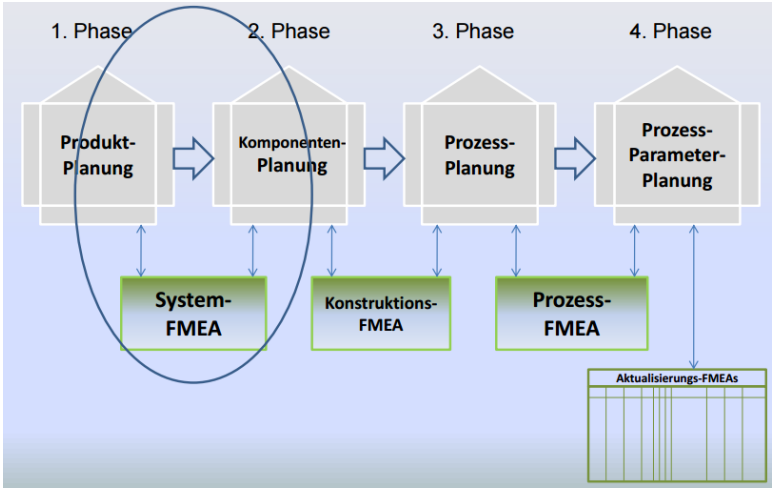


Abbildung 28:Zusammenwirken zwischen FMEA und QFD, (Quelle: (Meyer, kein Datum))

2.8.2 Quality Function Deployment (QFD)

In der Symbiose der Methoden sollen die Vorteile beider vereinigt werden. QFD bringt dabei die Kundenorientierung mit den entsprechend gewichteten technischen Anforderungen ein. FMEA zwingt zu Überlegungen nach der Wahrscheinlichkeit des Auftretens (A) und nach der Wahrscheinlichkeit der Entdeckung (E). Die Bedeutung eines möglichen Defekts im Sinne von FMEA entspricht dabei der Gewichtung einer technischen Anforderung (QFD), die möglicherweise wegen auftretender Risiken nicht erfüllt werden kann.

Quality Function Deployment (QFD) wurde von Yoji Akao im Jahr 1966 entwickelt. QFD als Qualitätsmethode übersetzt Kundenanforderungen und Kundenerwartungen

---

[65] Vgl. (Meyer, kein Datum)

in Qualitätsmerkmale. Diese werden in die Entwicklung eingebracht und Schritt für Schritt in das Produkt einfließen.[66]

Abbildung 29:Übersetzung von Quality Function Deployment, (Quelle: (Gamweger, Jöbstl, Strohrmann, & Suchowerskyj, 2009, S. 47))

Die sich schnell ändernden, wachsenden und anspruchsvollen Anforderungen der Kunden und des Marktes, sogar unterschiedlicher Herkunft (z.B. China, Indien, Japan, Russland, USA) etc.) erfordern flexible und dynamische Unternehmen, die sich systematisch, kontinuierlich und global mit den Kundenforderungen durchgängig über alle PEP-Phasen von der Entwicklung bis zur Fertigungsplanung beschäftigen (Abbildung 30).Das QFD bietet den weltweiten Kunden maßgeschneiderte und wettbewerbsfähige Produkte.[67]

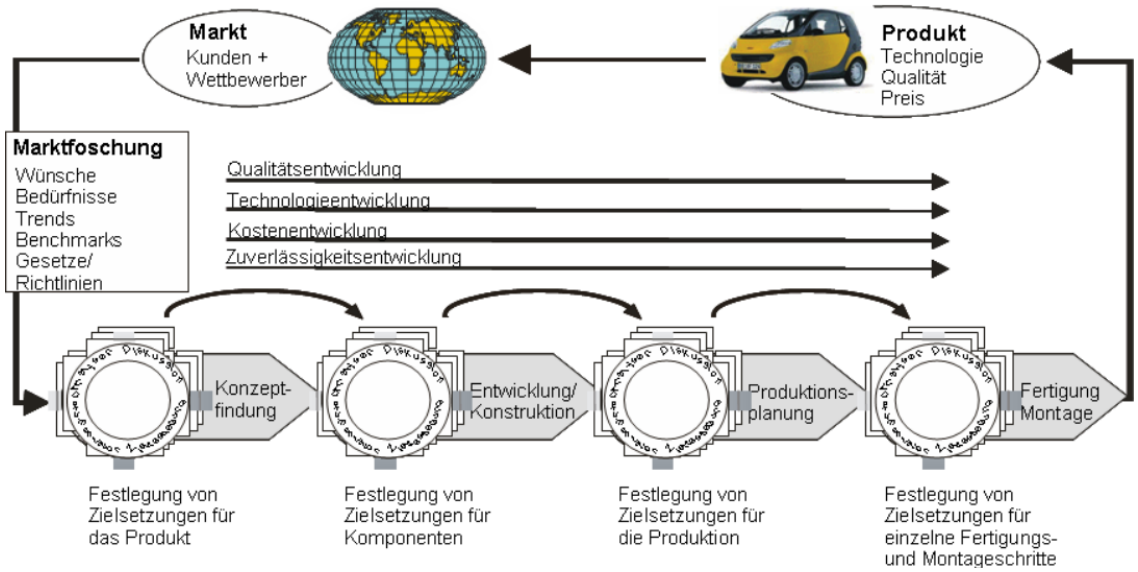


Abbildung 30:Globalisierung und QFD, (Quelle: (Brüggemann & Bremer, 2012, S. 30))

---

[66] Vgl. (Gamweger, Jöbstl, Strohrmann, & Suchowerskyj, 2009, S. 47)

[67] (Brüggemann & Bremer, 2012, S. 30-31)

Quality-Function-Deployment-Methodik ist ein durchgängiges, strukturiertes Verfahren, der die Produkt-, Prozess- und Produktionsanforderungen ermittelt. Diese besteht aus vier aufeinander aufbauenden Phasen (Qualitätsplan Produkt/ Produkt/ Prozess/ Produktion). Wobei für jede Phase ein eigenes House of Quality erstellt wird. Der typische Aufbau bzw. die zehn Schritte des Qualitätsplan-Produkts wird beispielhaft kurz erläutert[68]:

1. Kundenanforderungen werden systematisch erfasst, klar definiert und zusammengestellt
2. Kritischer Vergleich zum Wettbewerb aus Kundensicht durchführen und Stärken/ Schwächen herauskristallisieren
3. Technische Details der Qualitätsmerkmale/ Designanforderungen sind definiert
4. Korrelation der Kundenanforderungen mit Qualitätsmerkmalen festlegen und in ihrer Stärke bewerten
5. Optimum zwischen Zielfunktion und Kosten finden (Optimierungsrichtung)
6. Wechselseitigen Beziehungen der Qualitätsmerkmalen mit Fokus auf Zielkonflikte ermitteln
7. Umsetzungsschwierigkeiten der Designanforderungen/Qualitätsmerkmalen beurteilen und transparent darstellen
8. Spezifikation für alle Merkmale des Produkts definieren (Ziel- und Grenzwerte)
9. Vergleich zum Wettbewerbs und objektive Messung des Grades der Erfüllung aus den technischen Perspektiven
10. Objektive und zuverlässige Ermittlung der Anforderungen aus technischer Sicht, sowie deren Rangfolge und Kernfunktionen

[68] Vgl. (Kamiske, 2013, S. 739-761)

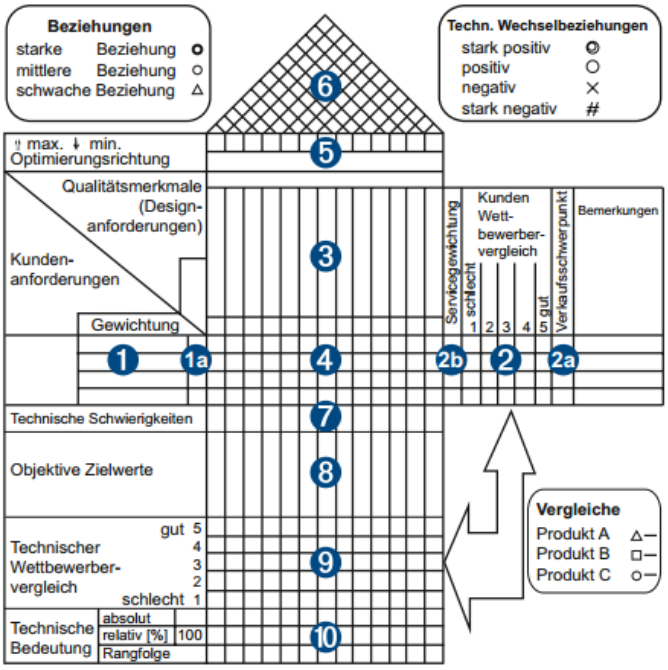


Abbildung 31:House of Quality,(Quelle: (Kamiske, 2013, S. 743))

2.8.3 Brainstorming

Brainstorming ist die bekannteste Kreativitätsmethode, gehört zu den wichtigsten und effektivsten Techniken der Risikoidentifikation. Dies ist ein geniales Werkzeug bzw. Klassiker für Gruppenarbeit.[69]

„Allerdings sollte Brainstorming niemals als einzige Technik eingesetzt werden, denn es liefert systematische Fehler durch Gruppendruck, Betriebsblindheit und Vorurteile.“[70]

Die Vorgehensweise ist wie folgt:5- 7 Teilnehmer aus verschiedene Fachbereichen der Organisation, Fachleuten und Nichtfachleuten und möglichst eine Mischung aus beiden Geschlechter. Diese beschäftigen sich mit einer konkreten Fragestellung und sammeln Ideen entweder auf Karten oder mündlich vorgetragen bzw. durch neutralen Moderator aufgeschrieben mit dem Ziel Risiken und oder Maßnahmen zu identifizieren.[71]

---

[69] Vgl. (Wanner, 2009, S. 74)

[70] (Ebert , 2013, S. 25)

[71] Vgl. (Schmitt & Pfeifer, 2010, S. 758)

Es sind folgende 4 Regeln (Abbildung 1)zu beachten um Erfolg bei der Anwendung der Methode zu sichern.

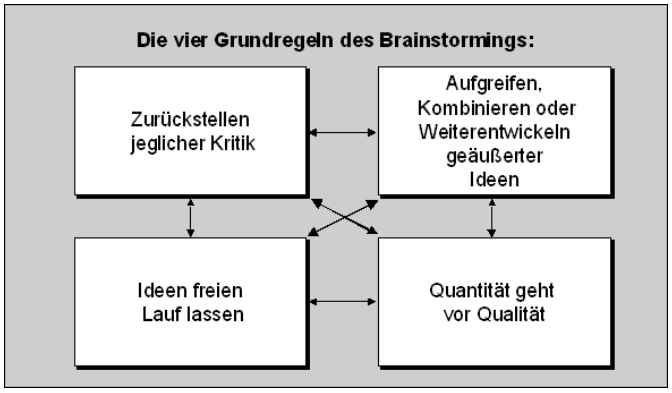


Abbildung 32:Die vier Grundregeln des Brainstormings, (Quelle: (Loos, 2004))

2.8.4 Delphi-Methode

Delphi-Technik ist ein strukturiertes und systematisches Verfahren zur Gruppenbefragung von Experten. Diese werden aufgefordert einen schriftlichen Fragebogen unabhängig voneinander zu einem Risikothema zu beantworten. Die Ergebnisse werden anonym analysiert und konsolidiert und den befragten Fachexperten vorgelegt. Bedarfsorientiert wird eine dritte Stufe zur erneuten Konsolidierung und Meinungsaustausch aufgerufen. Im Prinzip findet die Anwendung dieser Methode in der Risikoanalyse des Risikomanagementprozess statt, um Eintritts-wahrscheinlichkeiten und Auswirkung zu bestimmen.[72]

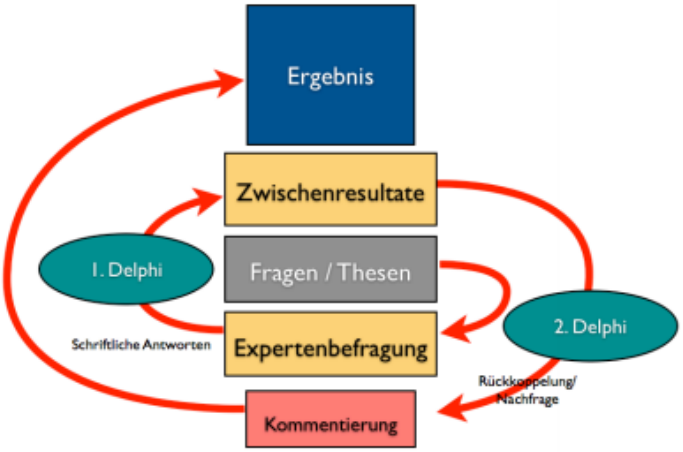


Abbildung 33: Delphi-Methode, (Quelle: (Horx, 2010))

[72] Vgl. (ONR 49002-2, 2014)

2.8.5 Ursache-Wirkungs-Diagramm

Das Ursache-Wirkungs-Diagramm (Abbildung 34)wurde von Karo Ishikawa entwickelt und ist eines der bekanntesten Tools für die Problemlösung, „bei der die möglichen und bekannten Einflüsse (Ursachen), die zu einem Problem (Wirkung) führen in Haupt- und Neben Ursachen zerlegt und in einer übersichtlichen graphischen Darstellung strukturiert werden“.[73]

Das Ursache-Wirkungs-Diagramm bezweckt in erster Linie folgendes[74]:

- Probleme und Beanstandungen werden von vornherein vermieden
- Prozesse werden gegenüber der Störgrößen immunisiert
- Kundenanforderungen sind entsprechend zu beachten
- Überwachender Prozessstabilität (Streuung)

Die Methode schließt mit einer Gewichtung der beschriebenen einzelnen Ursachen ab, um mögliche Lösungen für das Problem zu definieren.[75]

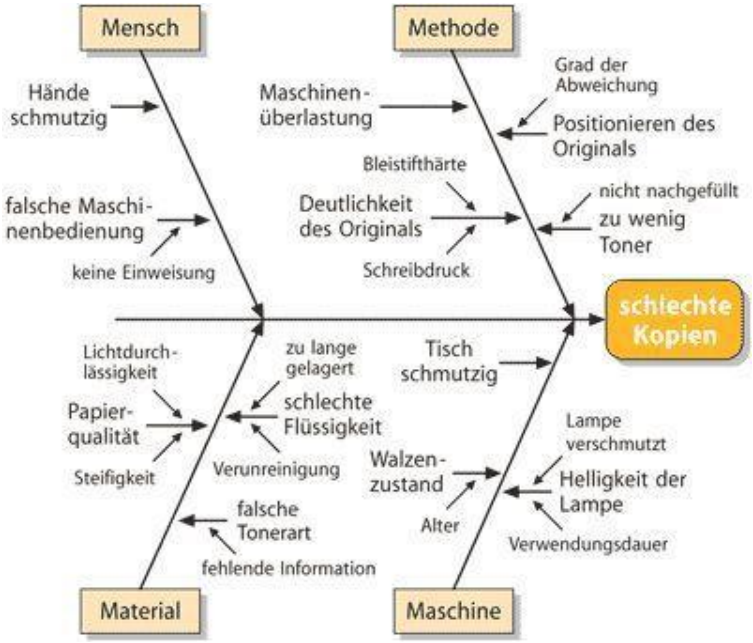


Abbildung 34: Ishikawa-Diagramm für schlechte Kopierergebnisse, (Quelle: (Theden & Colsman, 2013, S. 40))

---

[73] (Schmitt & Pfeifer, 2010, S. 746)

[74] Vgl. (Syska, 2006)

[75] Vgl. (Schmitt & Pfeifer, 2010, S. 747)

2.8.6 Fehlerbaum- und Ablaufanalyse

Die Fehlerbaumanalyse (Fault Tree Analysis, FTA) ist eine strukturierte Methode zur Risikoanalyse. Diese wurde in der DIN 25424 aufgelistet und zielt auf eine ausführliche Information über das Verhalten von Prozessen oder Systemen zu erlangen.[76]

Durch die Fehlerbaumanalyse werden logische Verknüpfungen von Komponenten – oder Teilsystemausfällen abgebildet - hier werden sowohl die funktionalen Zusammenhänge als auch die Ausfallursachen grafisch dargestellt. So kann man folgende fünf Punkte festhalten[77]:

- Es werden alle möglichen Ausfallkombinationen und deren Ursachen, inklusive aller möglichen Ausfälle, die ein unerwünschtem Ereignis (top Event) zufolge haben, systematisch ermittelt
- Kritische Ereignisse sowie Ereigniskombinationen werden abgebildet
- Bei Anforderungen werden Einflussgrößen, die auf Zuverlässigkeit wirken (z.B. Systemverfügbarkeit oder Eintrittswahrscheinlichkeit des Risikos) berechnet
- objektive Bewertungskriterien für Systemkonzepten werden geschaffen
- Transparente Dokumentation aller Ausfallmechanismen sowie deren funktionale Zusammenhänge werden dadurch erzeugt

Zur Erstellung einer Fehlerbaumanalyse werden folgende Schritte benötigt:

---

[76] Vgl. (Kamiske, 2013, S. 719)

[77] Vgl. (VDA, 2003)

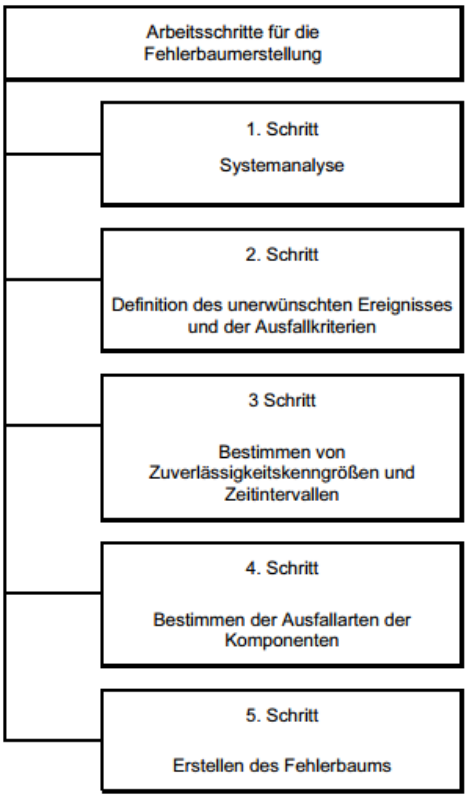


Abbildung 35:Arbeitsschritte der Fehlerbaumerstellung, (Quelle: (VDA, 2003, S. 15))

In Abbildung 30 betrachten wir ein einfaches Beispiel für einen Fehlerbaum, in dem einige der Symbole (AND gate und OR etc) verwendet wurden.

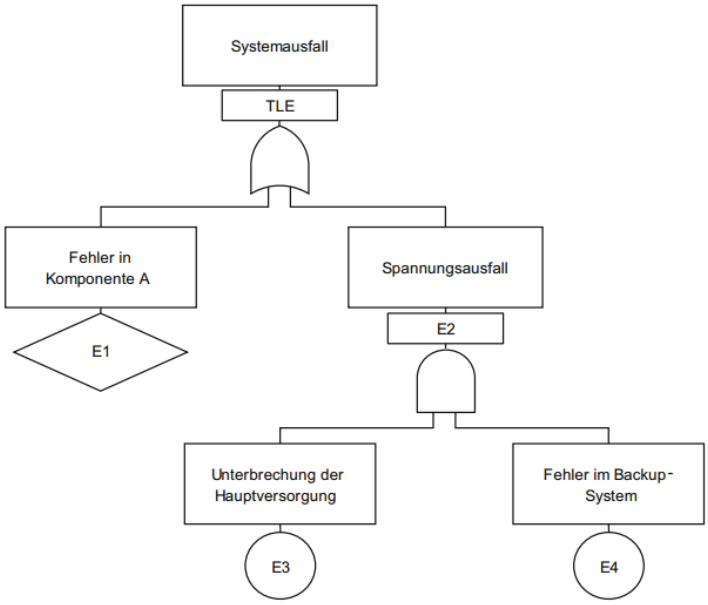


Abbildung 36:Fehlerbaumbeispiel: Hauptereignis, UND/ODER-Gatter, Primärereignisse, (Quelle: (Edler, Soden, & Hankammer, 2015, S. 18))

(Beispiele zu FTA-Symbolik für Gatter und Ereignisse sind im Anhang aufgeführt)

2.8.7 Standardabweichung

Die Anwendung der Standardabweichung kann insbesondere bei der Zusammenstellung einer Finanzlage im Portfoliomanagement und benötigt für die Berechnung repräsentative Datensätze [78] Die Standardabweichung der Normalverteilung hat in der Stochastik große Wichtigkeit und in der Risikotheorie zahlreiche Anwendungen, dies ist insbesondere relevant für die Berechnung von Risikomaßen z.B. Grad Gewinnunsicherheit [79] bzw. „die Standardabweichung ist das Maß für das Risiko“[80].

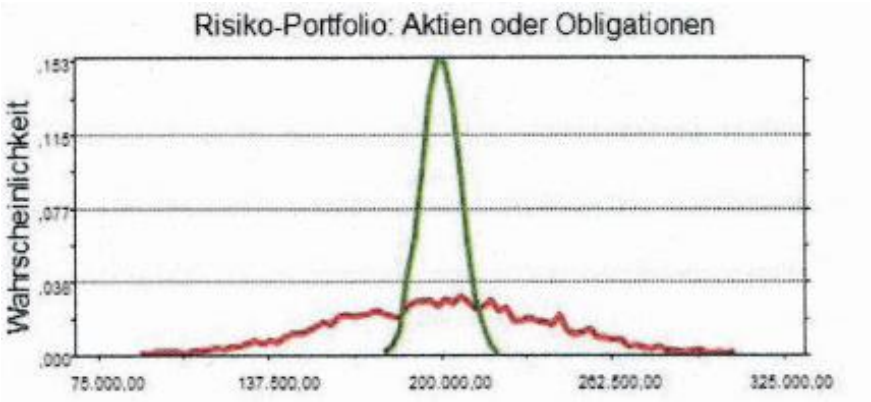


Abbildung 37: Standardabweichung für verschiedene Anlagen, (Quelle: (ONR 49002-2, 2014))

2.9 Notfall-, Krisen- und Kontinuitätsmanagement als Teil des Risikomanagements.

Trotz Ansatz von präventiven Methoden zur Risikobeurteilung, die Implementierung und Installation eines unternehmensweiten Frühwarnsystems zur Risiko-Früherkennung und die Umsetzung eines ganzheitlichen Verfahrens zur Risikobewältigung, können Unternehmen von ungewünschten Ereignissen z.B. von Krise zu Krise (Abbildung 38) total überrascht werden und jeder Zeit von unerwarteten Umstanden konfrontiert werden. Das Notfall, Krisen, und Kontinuitätsmanagement zielt darauf ab, materiellen und immateriellen Schaden für die Organisationen so gering wie möglich zu halten.

---

[78] Vgl. (ONR 49002-2, 2014)

[79] Vgl. (Cottin & Döhler, 2009, S. 34)

[80] (ONR 49002-2, 2014)

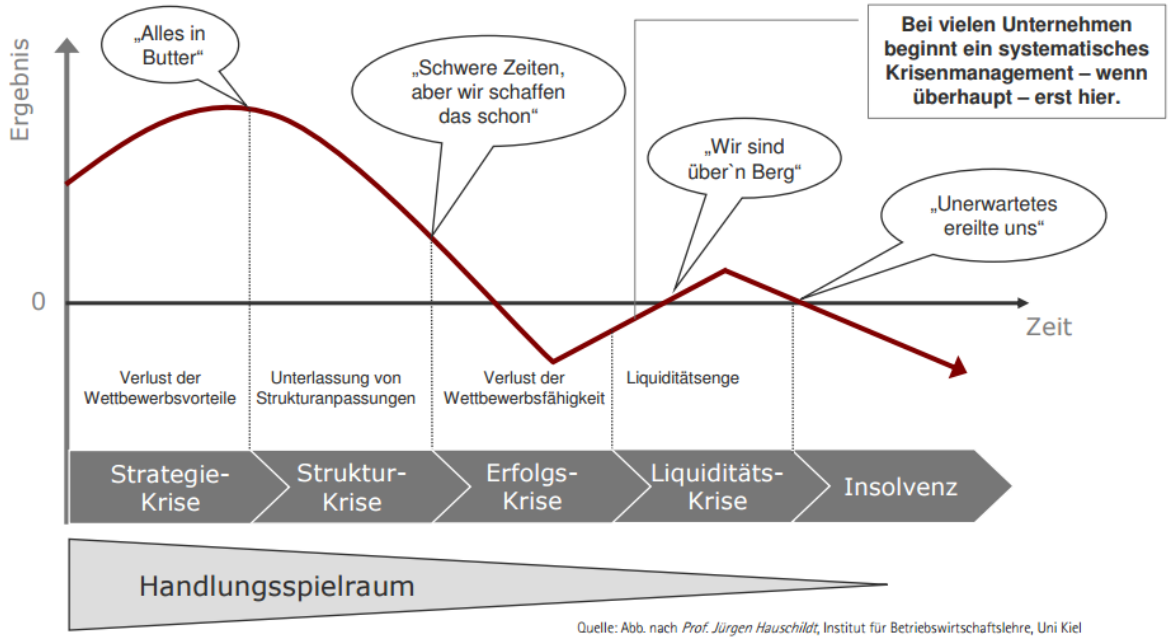


Abbildung 38:Keine Krise kommt über Nacht, (Quelle: (Argenus GmbH, 2009))

Das Notfall-, Krisen-und Kontinuitätsmanagement (Abbildung 39) sind Teilprozesse bzw. Bestandteile des Risikomanagementsystems und befassen sich ausschließlich mit der Risikobewältigung. Erst durch das Eintreten eines Ereignisses (Risiko), das Unternehmensziele und die Kontinuität des Betriebs maßgeblich negativ beeinflusst startet das Notfallmanagement und lässt außerordentliche Maßnahmen durch das Management beschließen.[81]

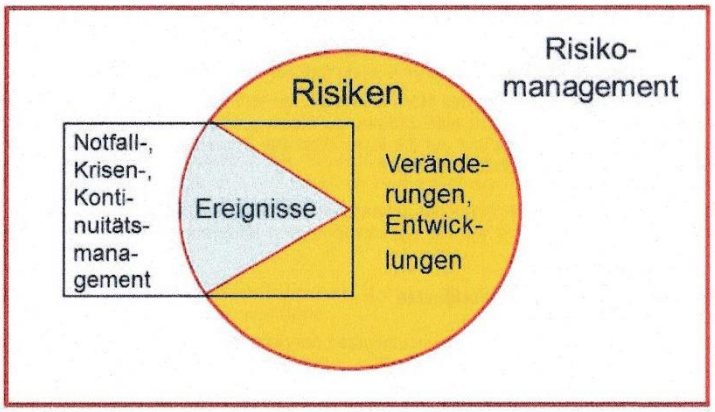


Abbildung 39:Notfall-, Krisen- und Kontinuitätsmanagement als Teil des Risikomanagements, (Quelle: (ONR 49002-3, 2014))

[81] Vgl. (ONR 49002-3, 2014)

Die Notfalldefinition laut BSI-Standard 100-4 ist wie folgt „Ein Notfall ist eine Situation, in der wesentliche Bereiche, Prozesse oder Ressourcen nicht mehr funktionieren und bei denen innerhalb der vorgegebenen Zeit deren Verfügbarkeit nicht wieder hergestellt werden kann. Es entstehen hohe bis sehr hohe Schäden, die sich signifikant und in nicht akzeptablen Rahmen auf das Gesamtjahresergebnis eines Unternehmens oder die Aufgabenerfüllung einer Behörde (oder Organisation) auswirken. Notfälle sind nicht mehr im Allgemeinen Tagesgeschäft abzuwickeln, sondern erfordern eine gesonderte Notfallbewältigungsorganisation."

Bauend auf das Notfallmanagement und unter der Voraussetzung dass mehrere Organisationen vom Schadenereignis betroffen sind, wird das Krisenmanagement durch die Alarmierung des Krisenstabes durch die Geschäftsführung ausgelöst. [82]

„Krisenmanagement ist eine besondere Form der Führung von höchster Priorität, deren Aufgabe es ist, alle jene Prozesse in der Unternehmung zu vermeiden (Krisenvermeidung) oder zu bewältigen (Krisenbewältigung), die ansonsten in der Lage wären, den Fortbestand der Unternehmung substantiell zu gefährden oder sogar unmöglich zu machen (Unternehmungskrise).“[83]

Eine Vermischung der beiden Begriffe (Notfall- und Krisenmanagement) findet des Öfteren statt. Abbildung 40 verdeutlich den Unterschied in der Bedeutung

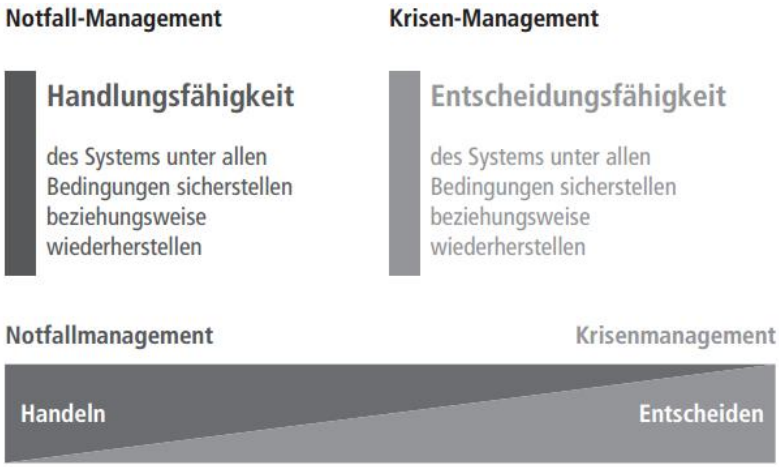


Abbildung 40: Notfall- und Krisenmanagement. Unterschiede, Gemeinsamkeiten & fließender Übergang, (Quelle: Christian Brauner, Risk Management; (Sartory, Senn, Zimmermann, & Mazumber, 2013, S. 32)

---

[82] (ONR 49002-3, 2014)

[83] (Die große Enzyklopädie der Wirtschaft, 2009)

Abbildung 41 ist selbsterklärend und beschreibt die Vorgehensweise, die einzelnen Prozessschritte und Aufgaben im Notfall- und Krisenmanagement angefangen von der Alarmierung des Krisenstabes bis hin zur Schließung des Krisenstabes

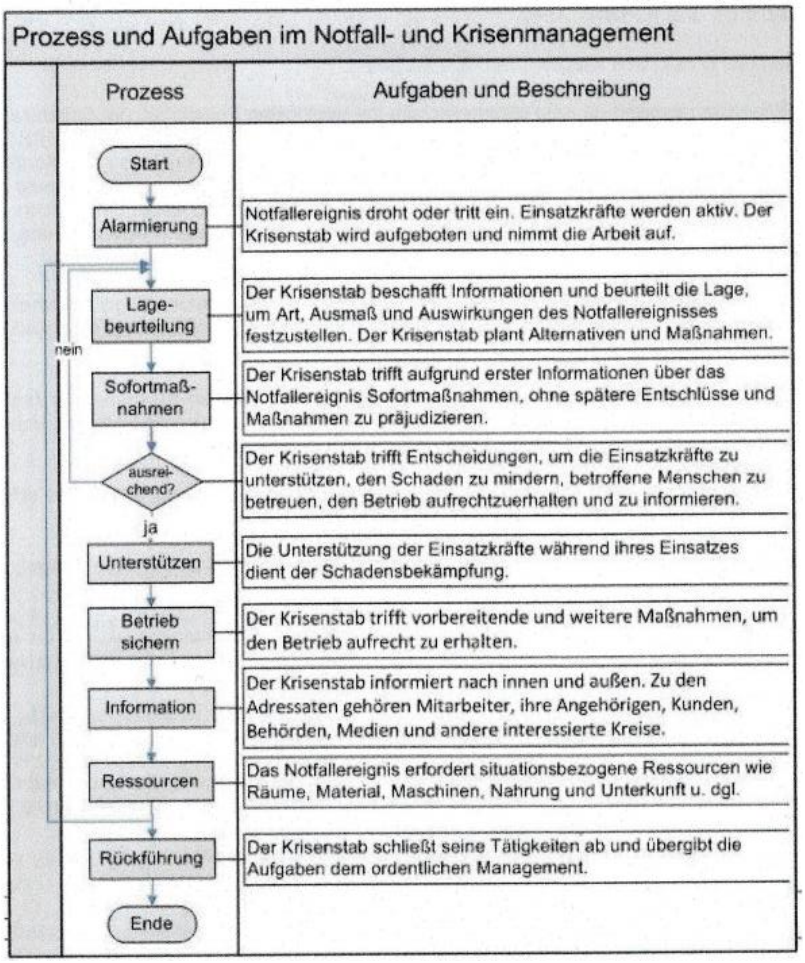


Abbildung 41: Prozess und Aufgaben im Notfall- und Krisenmanagement, (Quelle: (ONR 49002-3, 2014))

Kontinuitätsmanagement nimmt sich der Aufgabe zur Sicherstellung eines reibungslosen und durch geeignete Maßnahmen die verlorenen Betriebsfunktionen und Unterbrechungen zu verkürzen.

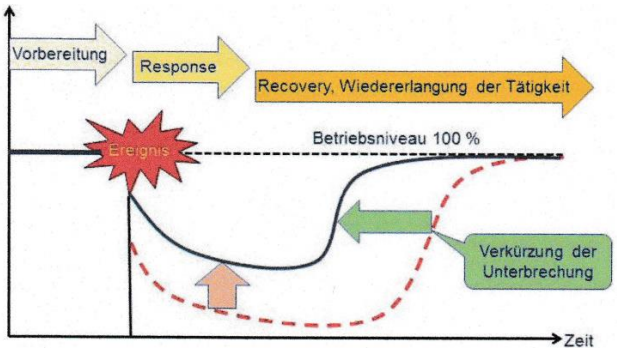


Abbildung 42:Kontinuitätsmanagement, (Quelle: (ONR 49002-3, 2014))

2.10 Risikomanager

Risiken entstehen wo technische Entscheidungen in der Produktentwicklung beschlossen werden. Diese bekannten und neu entdeckten Risiken werden durch die bestehenden Fachbereiche der Organisation wahrgenommen und bewältigt werden. Dadurch sind die Aufgaben des Risikomanagements dezentral, da jeder Mitarbeiter die Rolle des Hüters des Prozesses spielt und sich effizient und zielgenau an der Förderung des Risikobewusstseins in der Unternehmenskultur und Risikobewältigung am Entstehungsort beteiligt. So werden die Mitarbeiter auf allen Hierarchieebenen als Risikomanager bezeichnet.[84]

Der Risikomanager ist in der Regel Experte, Berater oder Mitarbeiter des Unternehmens. Er beschäftigt sich unternehmensweit und primär mit der systematischen Risikobeurteilung und – Bewältigung und stellt seinen Risikobericht in dem Projektausschüsse vor. Aufgrund der hohen Anforderungen an die Person, muss ein Risikomanager zertifiziert sein und idealerwiese im Rahmen seiner Ausbildung die Elemente des ONR-Serie-49000 blindes verstehen und aktiv mitgestalten.[85]

Der Risikomanager ist hauptsächlich verantwortlich für[86]:

- Sicherstellung der prozessualen und funktionalen Durchführung des Risikomanagements
- Mithilfe bei der Festlegung der Risikomanagementstrategie und Risiko-bewältigung und Aufrechterhaltung des Risikobegriffs in der Unternehmens kultur
- Erstellung der Risikoberichte
- Sicherstellung eines reibungslosen Ablaufs in den Projektausschüssen
- Bereitstellung von geeigneten Methoden, Konzepten und Instrumenten für die Durchführung des Risikomanagements

---

[84] Vgl. (Diederichs, 2012, S. 136)

[85] Vgl. (ONR 49003, 2014)

[86] Vgl. (Diederichs, 2012, S. 142)

- Förderung und Weiterentwicklung der Richtlinie des Risikomanagements
- Unterstützung des Abschlussprüfers auf der operativen Ebene

3 Nachhaltigkeit und Messbarkeit des technischen Risikomanagements

Die Integration und Umsetzung der Elemente und Instrumente eines effektiven Prozesscontrollings bis hin zur Prozessbewertung eines ganzheitlichen Prozessmanagements im Risikomanagementprozess bildet eine solide Basis für die Messbarkeit und Nachhaltigkeit des Prozess. Diese zwei grundlegenden Bausteine werden in diesem Abschnitt erläutert.

3.1 Prozesscontrolling

3.1.1 Elemente des Prozesscontrollings

Hier gilt folgender Leitsatz aus dem Buch mit dem Titel Tom deMarco „Was man nicht messen kann, kann man nicht kontrollieren.“. Das heißt, nur messbare Vorgänge und Prozesse können kontrolliert, überwacht und vom Management-Boards in den Reviews wahrgenommen werden. Hier müssen organisatorische Rahmenbedingungen im Sinne eines geschlossenen und kontinuierlichen Regelkreises zur Steuerung der Messgrößen für die Zielerreichung und Maximierung der Fehlerfreiheit der Entscheidungen geschaffen werden. Ferner müssen die bestehenden Geschäftsprozesse unter die Lupe genommen werden und auf ihre Aktualität, Richtigkeit, Vollständigkeit, Leistungsfähigkeit und Qualität optimiert werden. Ziele ist es einen dreistufigen Überwachungs- und Optimierungsprozess zu erreichen.[87]

Die Dreistufen des Prozesscontrollings sind wie folgt:

- Prozesscontrolling: bedeutet die Planung, Überwachung und Auswertung der Geschäftsprozesse mit dem Ziel dies zu optimieren und zu verbessern [88]
- Performance Measurement: „Prozess zur Identifizierung und Quantifizierung von Leistungsindikatoren (Kennzahlen), die eine Aussage über das Maß der Zielerreichung bez. Qualität, Zeit und Kosten ermöglichen (Performance)“ [89]

---

[87] Vgl. (Seidenschwarz, 2008, S. 40-41)

[88] Vgl. (Allweyer, 2005)

[89] Vgl. (Springer Gabler Verlag (Herausgeber), kein Datum)

- Benchmarking: „umfasst den systematischen Vergleich von Unternehmen, Geschäftsfelder, Prozessen oder Produkten mit unternehmensinternen oder – externen Objekten“[90]

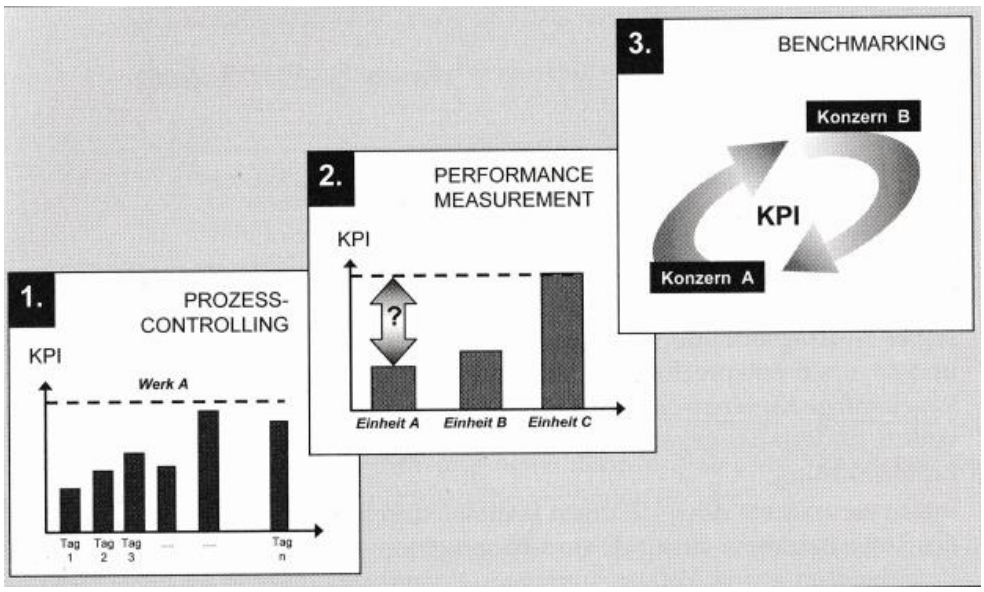


Abbildung 43:Dreistufiger Prozess eines umfassenden Prozesscontrolling:(Quelle: (Seidenschwarz, 2008, S. 41))

Der Begriff Frühwarnsysteme wird aufgrund der der ständigen Wechselwirkungen mit dem Prozesscontrolling wird nachfolgend zusammenfassend dargestellt.

„Moderne Frühwarnsysteme basieren auf neuronalen Netzwerken, deren Strukturen und Funktionen sich an den Nervennetzen lebender Organismen orientieren„[91] Frühwarnsysteme haben eine maßgebliche Relevanz im Hinblick auf frühzeitige Risikoidentifikation. Durch Frühwarnindikatoren schafft man dem Unternehmen eine Zeitspanne für eine adäquate Reaktionszeit zur Risikobeherrschung und Vermeidung und / oder Verringerung des dadurch resultierenden Schadens [92]

Zum Beispiel gibt es demnach im Aktiengesetzt eine gesetzliche Verpflichtung zur Implementierung eines Risikofrüherkennungs- und –Überwachungssystems.

---

[90] (Schawel & Billing, 2012, S. 35)

[91] (Romeike & Hager, 2013, S. 104)

[92] Vgl. (Romeike & Hager, 2013, S. 104-105)

„§ 91 Abs. 2 AktG Der Vorstand hat geeignete Maßnahmen zu treffen, insbesondere ein Überwachungssystem einzurichten, damit den Fortbestand der Gesellschaft gefährdende Entwicklungen früh erkannt werden“[93]

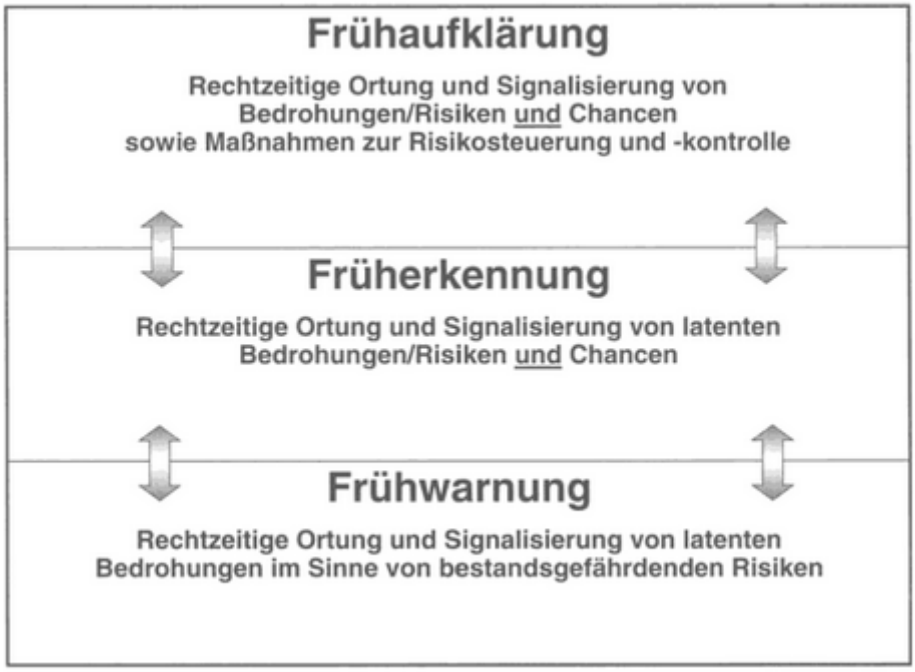


Abbildung 44: Frühaufklärung, Früherkennung, Frühwarnung, (Quelle: (Romeike & Finke, 2003, S. 166))

3.1.2 Quality Gates als Instrument des Prozesscontrolling

Quality Gates bilden einen systematischen Ansatz zur Absicherung von Prozess-ketten. Der Konzept ist strukturiert und sieht folgendes vor: Jede Phase schließt mit einem Reviewpunkt, welcher die Messung der vereinbarten Ziele und Qualitätskriterien überprüft, um Schwachstellen frühzeitig zu erkennen und entsprechende Gegenmaßnahmen zu treffen. Die Freigabe des Vorgangs setzt die Erfüllung der definierten Anforderungen voraus. [94]

In diesem Zusammenhang spielen Gatekeeper eine Schlüsselrolle, da sie die Wächter des Quality Gates sind und fungieren im Auftrag eines Ausschusses, indem sie zu den Berichtszeitpunkten (Review) den Projektfortschritt auf den Prüfstand stellen.[95]

---

[93] (Diederichs, 2012, S. 23)

[94] Vgl. (Schmitt & Pfeifer, 2010, S. 785)

[95] Vgl. (Gessler, 2010, S. 254)

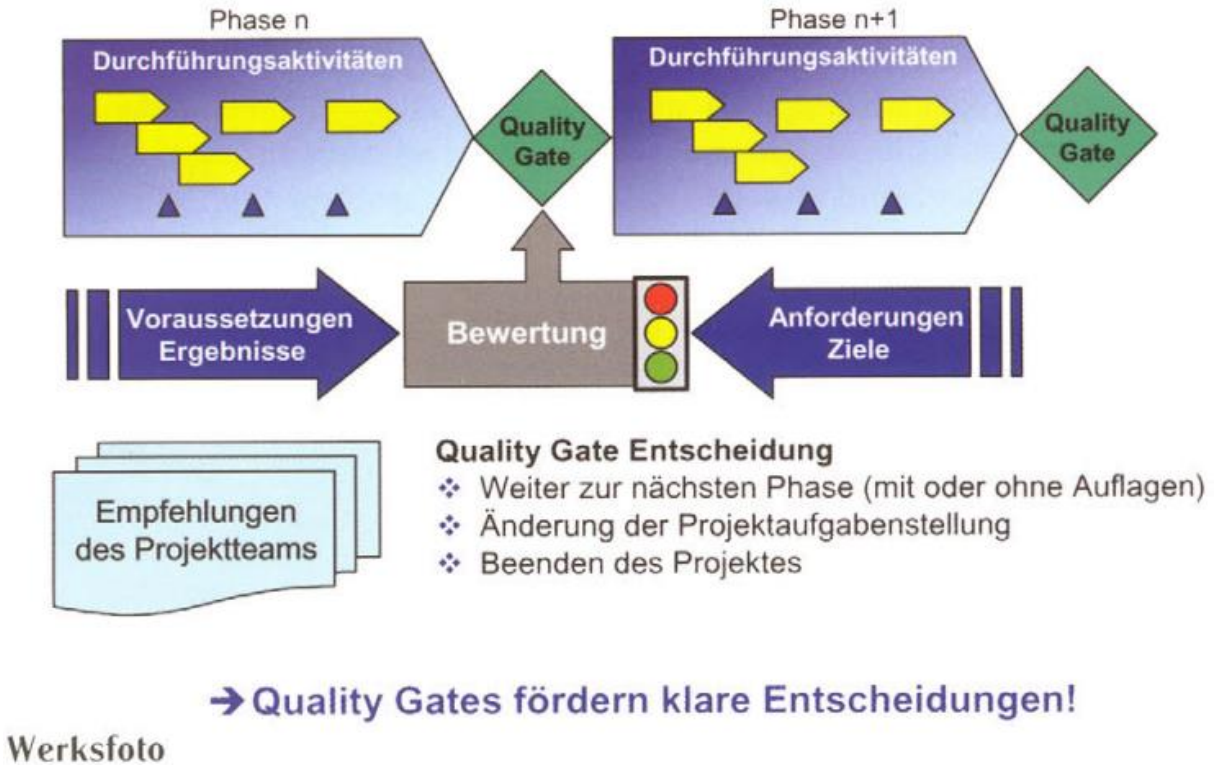


Abbildung 45: Quality Gates, (Quelle: (Siegemund, 2012))

Grundsätzlich kann die folgende Aussage getroffen werden: „Quality Gates sind die Tore zu besser Produkt- und Prozessqualität“[96] und bezeichnen sich durch folgende Merkmale aus[97]:

- Qualität und Fortschritt werden dadurch kontinuierlich und standardisiert, sowie durch festgelegte Kriterien und quantitativen Indikatoren beurteilt
- Durch Vereinheitlichung und Standardisierung nach bestimmten Mustern wird Transparenz über die Zielerreichung der Anforderungen und des Fortschrittes geschaffen
- Verankerung des Prozesses sowie deren Verantwortlichkeiten und Rollen werden somit festgelegt
- Sie bewirken Wertschöpfung durch verkürzte Abstimmschleifen und zügige, transparente Maßnahmensteuerung

---

[96] (Siegemund, 2012)

[97] Vgl. (Seidenschwarz, 2008, S. 46)

- Synchronisierung der Aktivitäten aller beteiligten Projektmitglieder und Bereiche
- Schaffen von Anfang an Management-Attention zu den Kritischen Themen
- Geben einen klaren Eskalationsweg und koordinieren die Abweichungsanalyse des Prozesse

Die Elemente des Quality Gates stammen aus dem Qualitätsmanagement dazugehören Schlüsselkennzahlen wie Key Performance Indikatoren (KPI), Kontroll-Checklisten, qualitative Beurteilung, sowie Risikomanagement und Maßnahmen-bewertung, die dem Entscheidungsträger des Projektes zu den Reviews vorgelegt werden. Quality Gates sind ein unverzichtbares Instrument für den Produkt-entstehungsprozess (PEP) und für das Qualitätsmanagement, da diese Qualität in Prozesse und Projekte bindet.[98]

Abbildung 46 stellt ein Phasenmodell aus der Fahrzeugentwicklung dar:

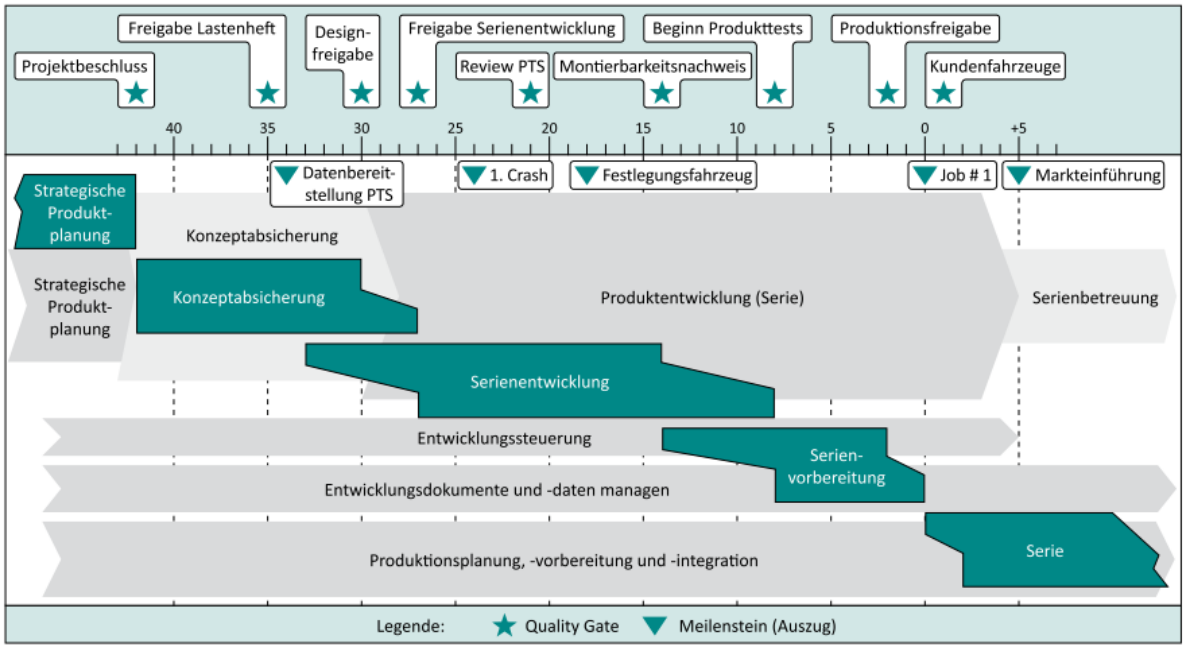


Abbildung 46:Phasenmodell in der Fahrzeugentwicklung, (Quelle: Eberle & Schmid 2009: S. 152;(Gessler, 2010))

[98] Vgl. (Seidenschwarz, 2008, S. 47)

3.2 Prozessbewertung

Prozesse können sowohl qualitativ als auch quantitativ bewerten, beide haben unterschiedliche Einsatzgebiete in allen Bereichen und Ebenen des Unternehmens. Bei der qualitativen Bewertung liegt der Fokus auf der Prozessfähigkeit und der Vollständigkeit der von ausgewählten Prozessmerkmalen Von der anderen Seite betrachtet die quantitative Bewertung die die Messung der Prozessleistung. Die Prozessbewertung zielt auf das Aufzeigen von konkretem Handlungsbedarf durch Vergleich der Istwerte mit den Sollwerten.[99]

Hierzu bieten Kennzahlen dem Unternehmen eine gute Möglichkeit zur Messung, Lenkung und Überwachung der Geschäftsaktivitäten und eine gute Möglichkeit zur Messung und Beurteilung des Erfolges, Erfolgsaussichten, der Effizienz und Effektivität an. Dazu gehören finanzielle und nicht-finanzielle Kennzahlen bzw. Key Performance Indicator (KPI)[100]. Hierzu Albert Einsteins Zitat: “Everything that can be counted does not necessarily count; everything that counts cannot necessarily be counted.”

Nicht-finanzielle Prozessbewertung liefert einen Beitrag zur Sicherstellung der operativen Exzellenz mit dem Ziel Optimierung und Verbesserung der Prozesseffizienz, und misst standardmäßig folgende Größen wie z.B. Zeitgrößen (Zykluszeit, Durchlaufzeit, Termintreue, Terminüberschreitung) und Qualitätsgrößen (Problem- und Risikoquoten) etc. Folgende Unterpunkte sind für alle Steuerungsgrößen von größter Bedeutung:[101]

- Ableitung der Steuerungsgrößen erfolgt aus der Unternehmensstrategie und ist verständlich, nachvollziehbar
- Durch Steuerungsgrößen wird Effizienz gewährleistet Effizienz und die Zeitplanung ganz ordnungsgemäß verlaufen
- Die Dimensionen der Leistung (Fähigkeit, Stand, Entwicklung) werden durch die Steuerungsgrößen dargestellt

---

[99] Vgl. (Becker , 2008, S. 169)

[100] Vgl. (Rieg, 2015, S. 91)

[101] Vgl. (Seidenschwarz, 2008, S. 33)

- Steuerungsgrößen decken Prozessschwächen auf und zeigen mögliche nachhaltige Verbesserungen auf
- Einfachheit, Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit der Messanwendung.
- Steuerungsgrößen sind nachhaltig und standardisiert und bleiben über eine lange Zeit hinweg robust.
- Steuerungsgrößen sind übergreifend (Intern / extern) benchmarkfähig und bilden die Basis eines Best-Practice-Vergleichs
- Steuerungsgrößen sind im PDCA-Zyklus integriert und erzeugen Maßnahmen
- Steuerungsgrößen sollen blindes Verständnis und Akzeptanz der Beteiligten haben

Es existieren zahlreiche Methoden zur Prozessbewertung, wie z.B. CMMI, SPICE-Methode, EFQM-Model etc. Prozessbewertung nach SPICE lässt sich in verschiedene Prozesse eines Unternehmens implementieren. Dadurch werden die Fähigkeits-bewertung eines Prozesses sowie mögliche Verbesserungspotentiale ermittelt. Die Leistungsbewertung des Prozesses erfolgt stufenweise durch Noten. In diesem Fall hat der höchste Leistungsstand die höchste Fähigkeitsstufe. Die ermittelten Fähigkeitsstufen (Abbildung 47) bilden die Kriterien der Priorisierung für Verbesserungen (Ranking), deren Vollständigkeit wird durch die Erfüllung aller Kriterien der untergeordneten Stufen erreicht.[102]

[102] Vgl. (Becker , 2008, S. 178)

				4 Fähig	5 Optimierend
			3 Beherrscht	• Unternehmens-ziele und Kun-denanforde-rungen erreicht	• Kontinuierliche Verbesserung • Unternehmens-ziele und Kun-denanforde-rungen erreicht
		2 Etabliert	• Prozess liefert ein vorherseh-bares Ergebnis	• Prozess liefert ein vorherseh-bares Ergebnis	• Prozess liefert ein vorherseh-bares Ergebnis
	1 Ausgeführt	• Standardpro-zessdefinition eingehalten	• Anpassbarer, dokumentierter Prozess	• Verschiedene Prozessklassen definiert	• Verschiedene Prozessklassen definiert
0 Unvollständig	• Alle Ergebnisse • Alle Aktivitäten vorhanden	• Alle Ergebnisse • Alle Aktivitäten vorhanden	• Alle Ergebnisse • Alle Aktivitäten vorhanden	• Alle Ergebnisse • Alle Aktivitäten vorhanden	• Alle Ergebnisse • Alle Aktivitäten vorhanden

Abbildung 47: Fähigkeitsstufen nach SPICE, (Quelle: (Becker , 2008, S. 180))

4 Herausforderung und Handlungsbedarf aus Prozess- und Produktsicht

In den vorherigen Kapiteln wurden die Grundlagen des technischen Risikomanagements, sowie die präventiven Qualitätsmethoden zur Analyse von Risiken dargestellt. In diesem Kapitel werden die Darlegung der dazugehörenden Herausforderungen und der Handlungsbedarf von heute und morgen aus Produkt- und Prozesssicht hervorgehoben. Die resultierenden Ergebnisse bilden die Basis des Lösungsansatzes (Kapitel 5).

4.1 Herausforderung aus Prozesssicht und Handlungsbedarf

Qualität als unternehmerische Leitgroße schafft einen Stellhebel zur Kostenreduzierung und zur Aufwand Minimierung in der Entwicklung und bietet Handlungsoptionen um die Kernwettbewerbsfaktoren zielgerichtet zu steuern. Fernen nutzt das moderne Technologie- und Innovationsmanagement Qualitätsaspekte als Basis für die Gestaltung eines Leistungs-/ und Wettbewerbsfähigen Unternehmens.[103]

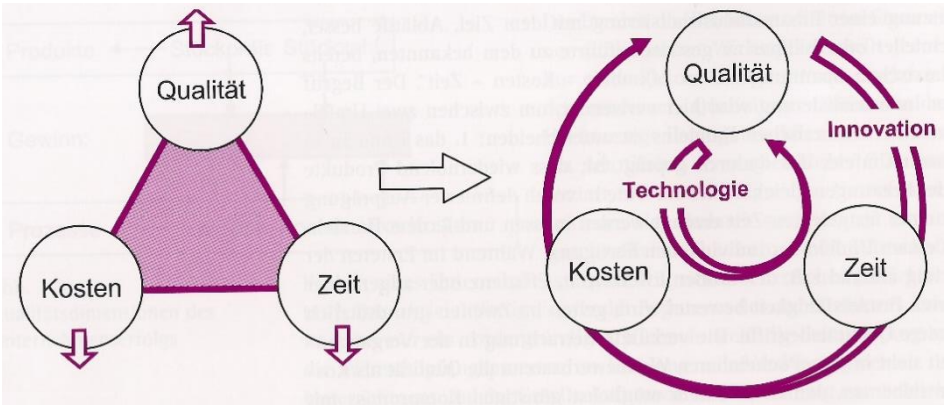


Abbildung 48: Entwicklung der Wettbewerbsarena hin zu unternehmerischen Handlungsoptionen, (Quelle: (Schmitt & Pfeifer, 2010, S. 8))

Die Realität sieht leider anderes aus, Projektleiter stehen einerseits unter massiven Kostendruck und haben keinerlei Möglichkeit zusätzliches Budget für Qualität als Vorhalt zu Verfügung zu stellen, um identifizierte ungewisse Ereignisse (Risiken) und/oder zusätzliche Personalressourcen wie z.B.: externe Berater,

[103] (Schmitt & Pfeifer, 2010), S.7

FMEA-Moderatoren und Design For Six Sigma Experten die den technischen Risiko-managementprozess begleiten, die unerfahrene Projektmannschaften coachen und den roten Leitfaden verfolgen, zu finanzieren- Andererseits wird eine hundertprozentige Erfüllung des bereits angespannten magischen Dreieck Zeit, Kosten und Qualität von den Vorständen erwartet.

Basierend auf dieser Ausgangsituation und aufgrund der dauerhaften Ziel Konkurrenz und Konflikt zueinander, werden Risiken unter dem Tisch gekehrt oder in die Schublade gesteckt bis ausreichend Management-Attention zur Bewältigung und Abwälzung dieser, ggf. bereits eingetretenen Risiken vorhanden ist. Ferner werden die Maßnahmen dieser tickenden Zeitbomben nicht tiefer analysiert und die Wirksamkeit der einzelnen Maßnahmen geschönt und oft missbraucht. Ferner es werden weder Notfallpläne noch Plan-B (Fallback-Lösung) generiert.

Das heißt, reaktives Risikomanagement zur Schadensminimierung ist geschaltet, keine Stolpersteine zur Freigabe von zusätzlichen Budget stehen im Wege und die Argumentationskette ist zielgenau formuliert, um Sofortmaßnahmen einfließen zu lassen.

Abbildung 49: Reaktives Risikomanagement, (Quelle: (Häckelmann & Wagnitz-Peters, 2014))

Salamitaktik (Abbildung 50:Salamitaktik, (Quelle:))im technischen Risikomanagement ist kein Fremdwort, da die Gewichtung der Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkung regelmäßig zu den Berichtzeitpunkten geändert wird unter dem Motto Phasenadäquate Einsteuerung von Risiken

Abbildung 50:Salamitaktik, (Quelle: (Arnd, 2008))

Das oberste Ziel einer Führungskraft der obersten Hierarchieebene ist, dass die prognostizierten Geschäftsergebnisse im BSC, bzw. die finanziellen Kennzahlen wie z.B. Umsatzrentabilität, Kapitalumschlag, Return on Investment, Cash Flow und Gewinn sich im grünen Bereich befinden. Diese zahlenorientierte Mentalität, das Qualitätsmanagement als Führungsaufgabe nicht wahrnimmt, ist der tödlicher Schlag für das proaktive technische Risikomanagement.

Es wird oft gesagt, Entwickler brauchen keine Qualitätsexperten die täglich rote Ampeln schalten, Qualitätsziele wie z.B. Pannen und Langzeitqualität wöchentlich berichten und prognostizieren, Entwicklungsarbeit verhindern, Entwickler auf den Fersen sitzen und nach Zielterminen, Fallback-Lösungen und Wirksamkeit der einzelnen Maßnahmen kritisch fragen.

Mündliche Abwehrreaktionen werden regelmäßig gegen das technische Risikomanagement verwendet, z.B.:

- Ich kontrolliere nicht jeden Tag ob meine Frau fremd geht, Vertrauen ist die Basis des Erfolgs.
- Ich verstehe nicht den Mehrwert des technischen Risikomanagements - ich muss so oder so meine technischen Probleme allein lösen.

Der Mehrwert des Prozesses wird nicht erkannt oder immer wieder in Frage gestellt. Transparenz über die aktuelle Risikolandschaft im Projekt wird als Arbeitsbeschaffungsmaßnahme (ABM) gesehen.

Selbstverständlich ist ein proaktives Risikomanagement (Abbildung 51) aufwendiger und komplexer als Reaktives Risikomanagement (Abbildung 49), aber schafft im Umkehrschluss dem Unternehmen den wirtschaftlichen Erfolg, die Reduzierung des zeitlichen Aufwandes bei Fehlerbeseitigung und vermeidet Rückrufaktionen.

Abbildung 51: Proaktives Risikomanagement, (Quelle: (Häckelmann & Wagnitz-Peters, 2014))

Wenn man sich in der Vergangenheit mit dem Thema technisches Risikomanagement nicht auseinander gesetzt und/oder keine Berührungspunkte damit hatte, wird es schwierig zwischen Problemen, Risiken, Anforderungen, Daily-Business und Top-Thema zu unterscheiden. Ferner mindert die Angst vor neuen Prozessen und Methoden dessen Anwendung erheblich

Keine Pflicht zur Anzeige von technischen Risiken im Projekt und fehlende KPI zur Messung des Prozesserfolges oder Beurteilung Nicht-Messbares: „Dinge, die man aber nicht messen kann, sollten deswegen nicht einfach weggelassen oder nicht kontrolliert werden. Wo nicht gemessen werden kann, muss beurteilt werden“[104], sind Bausteine, die behandelt werden müssen

Die Aggregation der Risiken ist nicht trivial und falls diese mit erhöhtem Aufwand geschieht und die finanzielle Bewertung eines technischen Risikos im Rahmen Berichterstattung KonTraG/ BilMoG zu Forcecast I/ III bevorsteht wird die Eintritts-wahrscheinlichkeit und /oder die Auswirkung nach unten korrigiert, damit man seine Karriere nicht aufs Spiel setzt, angezählt und anschließend ausgeknockt.

Fehlende IT-Lösung (Abbildung 52) in den Unternehmen, die zentral die Verknüpfung und Kontinuität zwischen Anforderungs-/Risiko-/-Projekt-/ und Problemmanagement-prozess etc. zusammen bildet ist eine große Baustelle, die im Rahmen der Industrie 4.0 gelöst werden muss.

---

[104] (Klauser, 2010), S.110

Abbildung 52:Industrie 4.0, (Quelle: (Aktuelles zur Wirtschaftslage – und zum Stand der Industrie 4.0, 2015)

4.2 Herausforderung aus Produktsicht und Handlungsbedarf

„Die technische und organisatorische Komplexität heutiger Produkte stellt ein Kern-Problem der Produktentwicklung dar“ (Von Jan Göpfert, Michael Steinbrecher) [105]

Die Vielfalt und Komplexität der Funktionen und Eigenschaften, die in ständigen Wechselwirkungen mit den Komponenten eines bestehenden Systems oder Nachbarsystemen in einer komplexen Unternehmensreorganisation mit mehreren Schnittstellen (Abbildung 53) ist eine große Herausforderung für den technischen Risikomanagementprozess und kann nur durch eine prozessorientierte, systematische und strukturierte Arbeitsweise bewältigt werden.

Die Innovationskraft und die durch Kundenorientierung in verkürzter Entwicklungszeit zugeschnittene Modellpalette lässt keine Wünsche offen, birgt aber viele Reifegrad- und Absicherungsrisiken in sich, die die Lastenhefte grenzwertig erfüllen, oder bereits durch genehmigte Zielabweichung, die durch das obere Management freigezeichnet worden ist.

[105] (Göpfert & Steinbrecher, 2000)

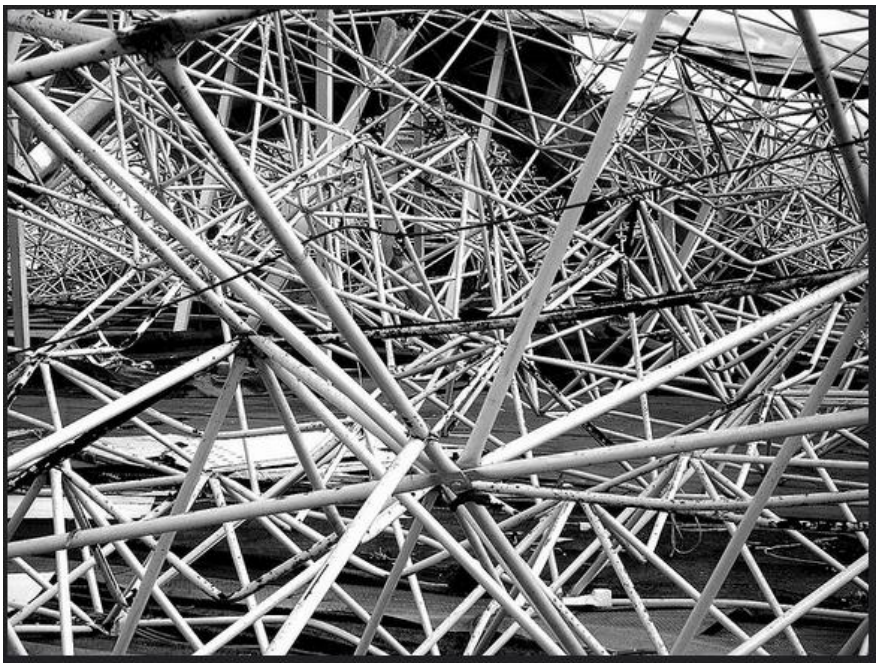


Abbildung 53: Komplexität, (Quelle: (Nerovivo, 2005))

Die 3. industrielle Revolution der 1980er Jahre steht das Ende bevor (Abbildung 54). Die Entwicklung, Absicherung und Erprobung eines Produktes konfrontiert heute und morgen das sogenannte „Industrie 4.0 und die Smart Factory als Teil des Internets der Dinge und Dienste“.[106] Von daher ist notwendig das technische Risiko-management als Bestandteil des Qualitätsmanagements durch Business Process Reengineering (BPR) radikal neuzugestalten oder durch kontinuierliche Verbesserungsprozesse (KVP) zu optimieren.

[106] (Prof. Dr. Henning Kagermann, 2013, S. 23)

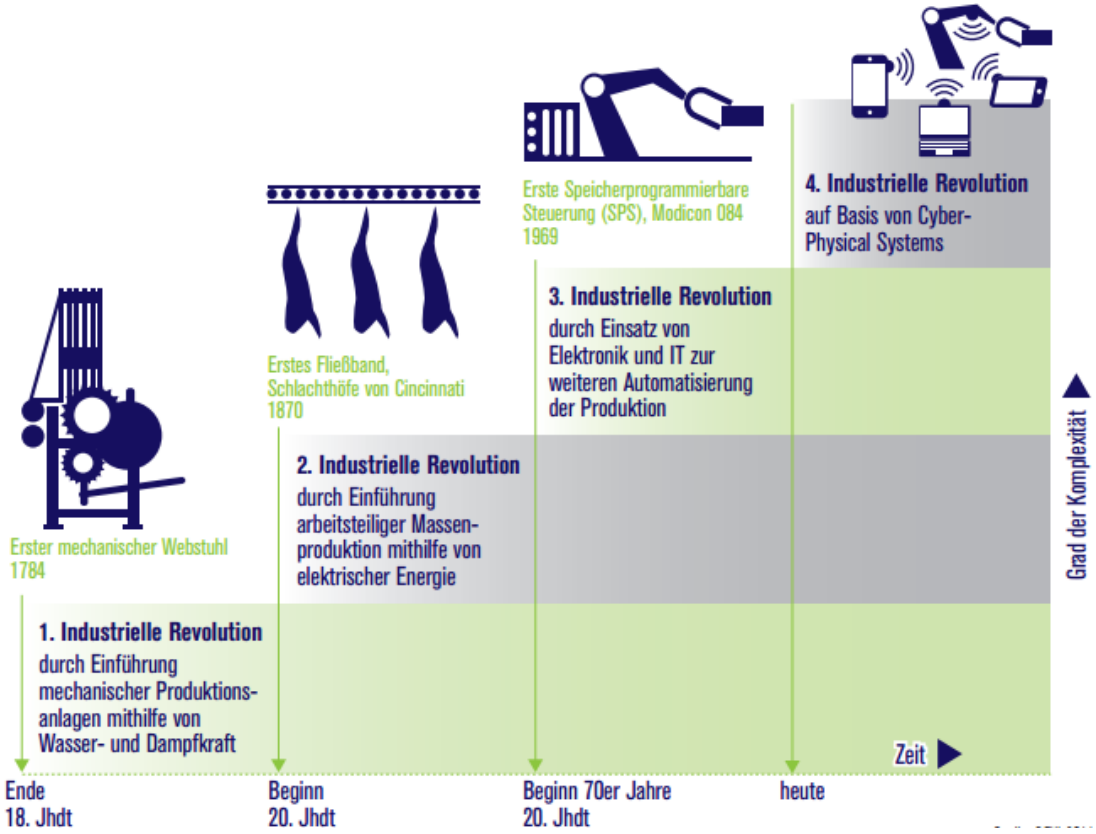


Abbildung 54:Die vier Stufen der Industriellen Revolution, (Quelle: (Prof. Dr. Henning Kagermann, 2013, S. 17))

5 Lösungsansatz (Konzept)

In diesem Kapitel wird der Lösungsansatz basierend auf den theoretischen Grundlagen (Kapitel 2 und 3), die Herausforderung und der Handlungsbedarf aus Prozess- und Produktsicht (Kapitel 4) ausgearbeitet. Diese drei Kapitel bilden das Skelett der Nachhaltigkeit und Messbarkeit des technischen Risikomanagements. Ziel ist es, ein systematisches Konzept zu entwickeln, das aus einer Reihe aufeinanderfolgender Elemente, eine maßgeschneiderte Lösung bildet. Die entwickelte Lösung basiert auf eigener Expertise und fundierter Berufserfahrung im Qualitäts-/ und Risikomanagement und ist in den gängigen Projektstrukturen und im Risikomanagementprozess schnell, einfach und ohne großen Aufwand implementierbar.

Die aufgebaute Systematik wird in ein Excel-Tool einfließen, das bereits mit Beispielen hinterlegt ist und dient der zukünftigen Anwendung im technischen Risikomanagement.

5.1 Nachhaltigkeit des technischen Risikomanagements

Methodisches Entwickeln von Produkten und Lösungsszenarien anhand von Qualitätsmethoden, die Einhaltung der Qualitätsprozesse und blindes Verständnis der Qualitätsbegriffe ist für Entwickler und Konstrukteure kein Selbstverständnis. Das liegt unter anderem daran, dass diese Qualitätsmanagement und Risikomanagement häufig als reine Angelegenheit einer Qualitätsabteilung bzw. der Quality-Community sehen. Diese negative Einstellung gegenüber Qualitätsprozessen kann durch Kontrolle und nachhaltige Steuerung der Prozessabschnitte unter dem Motto „Nachhaltige Risiko-/ Maßnahmenlenkung“ und unter anderem durch ganzheitliche integrierte Quality Gates in der Organisation entlang des Produktentstehungsprozesses bekämpft und verbessert werden. Diese beiden Aspekte werden in den kommenden Abschnitten behandelt.

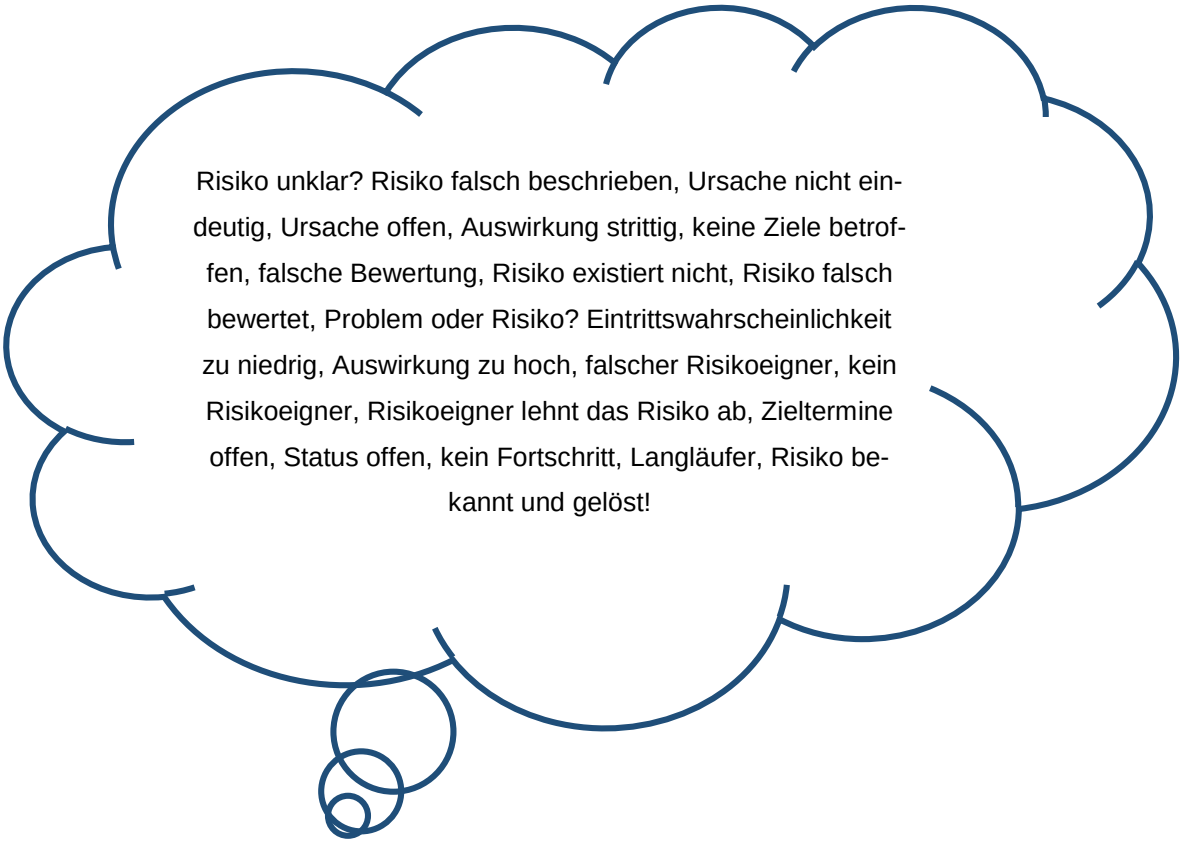
5.1.1 Nachhaltige Risiko-/ Maßnahmenlenkung

Unternehmen können sich in der Regel keinen teuren Kontrollmechanismus leisten, der die Eindeutigkeit der Risikobeschreibung, die Neutralität und Wahrheit der bewerteten Eintrittswahrscheinlichkeit, die Tragweite der Auswirkung, und die Richtigkeit der Strategie zur Risikobewältigung überprüft, bestätigt oder ablehnt. Sowie

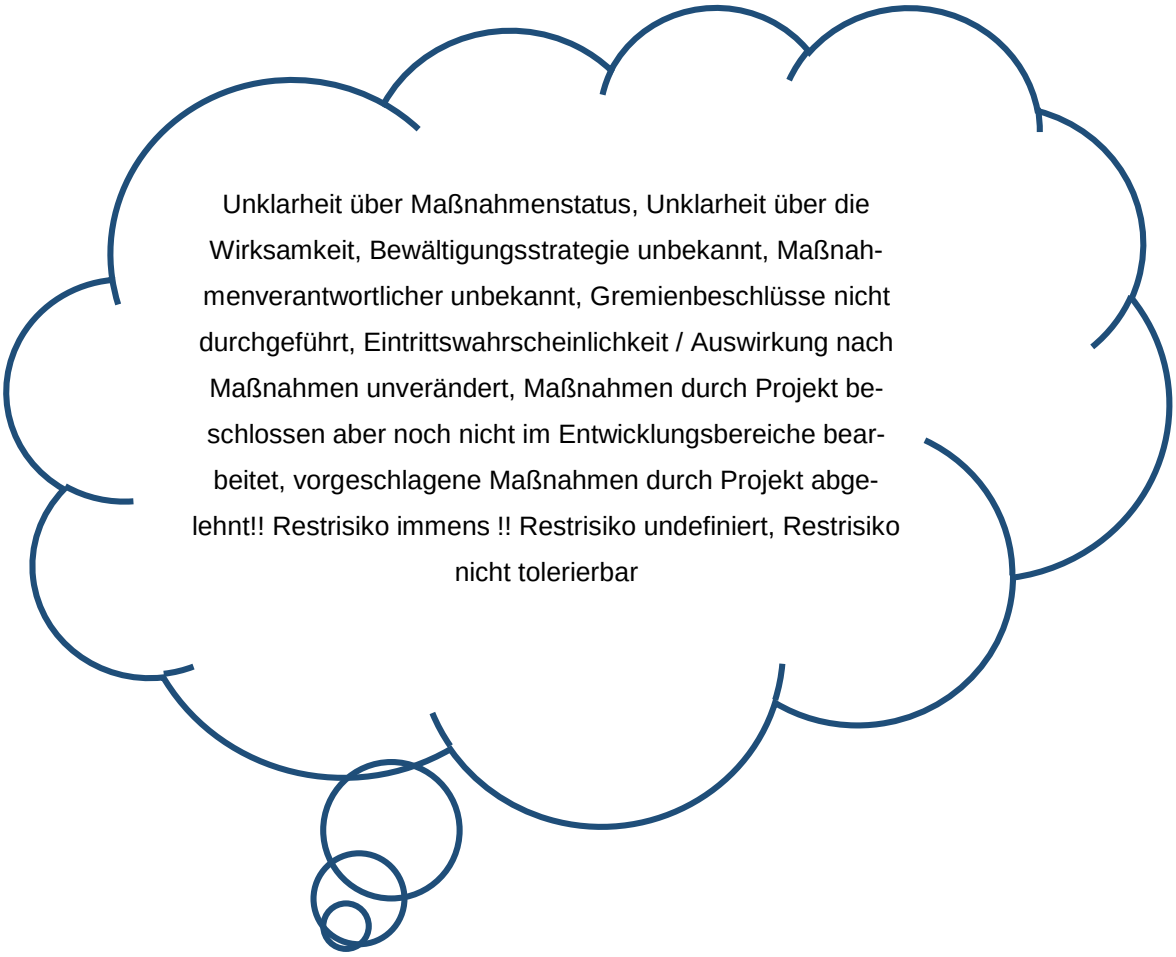
die Projektmitglieder mit der Pistole an den Kopf zur Risikoanzeige verpflichtet. Es war und bleibt das Duell „Gut gegen Böse“. Wir brauchen hierzu einen effektiven Change-Mindset-Prozess. Durch frühzeitige Befähigung aller Entwicklungsfachbereiche im Rahmen der Teilnahme an Schulungen und Absolvierung von internen praxisorientierten Qualitätsoffensiven, wird das blinde Verständnis für präventive Qualitätsarbeit, der wirtschaftlichen Nutzen des Qualitätsmanagements (Kapitel 2.8 Präventive Qualitätsmethoden des technischen Risikomanagements) und die Notwendigkeit von Prozessen geschaffen. Hierzu kommt nachgelagert die Rolle eines Risiko-/ und Maßnahmenlenkers, bzw. des Risikomanagers, der entlang des Risikomanagementprozesses, gemäß den dazugehörigen theoretischen Grundlagen (Kapitel 2) phasenadäquat den Fortschrittsstatus vergibt und die nachhaltige Steuerung des Risikomanagements sicherstellt. Hierzu wird die Komplexität des Prozesses für die Zielgruppen der Organisation einfacher gemacht.

Durch Brainstorming werden Schwächen gesucht und ein Konzept zu dem jeweiligen Fortschrittsstatus ausgearbeitet:

<u>Brainstorming Risiko-Fortschrittsstatus</u>:



Brainstorming Maßnahmen-Fortschrittsstatus:



Die Ergebnisse aus dem Brainstorming Risiko-/ und Maßnahmen Fortschrittsstatus werden in den Phasen Risikobeurteilung/ und -bewertung des Risikomanagement-prozesses integriert und durch eine Kombination von numerischen Zahlen und Buchstaben „J“ oder „N“ dargestellt. Der Buchstabe „J“ bedeutet, dass alle erforderlichen Kriterien und Bedingungen zu 100 Prozent erfüllt sind. Die Buchstabe „N“ wird verwendet, wenn mindestens eine Anforderung nicht erfüllt ist. Hier muss eine Verbesserung unbedingt stattfinden, ansonsten wird die nächste Hierarchiestufe eingeschaltet. Durch die Vergabe des Fortschrittstatus 0 (J) ist das Methodische Entwickeln von vornherein vorausgesetzt.

Ferner werden per Gremien-Beschluss abgebrochene, tragbare Risiken oder ein nicht tolerierbares Restrisiko durch den Fortschrittstatus 31/32/ 51 gekennzeichnet.

Ziel ist es, den Fortschrittsstatus 50 zu erreichen, in dem das Risiko durch ergriffene wirksame Maßnahmen bewältigt wird und ggf. das Restrisiko tolerierbar ist.

In der Tabelle 8 und Tabelle 9 enthält jedes Feld Informationen zu einem Fortschrittstatus bzw. notwendige Anforderungen zur deren Erfüllung.

Risikobeurteilung			
Risikoidentifikation		**Risikoanalyse**	**Risikobewertung**
Status 0 (J)	**Status 10 (J)**	**Status 20 (J)**	**Status 30 (J)**
Risiko gemeldet	Risiko bestätigt (kein Problem)	Eintrittswahrscheinlichkeit bewertet	Risikohöhe in den Gremien bestätigt
Meldungsdatum eingetragen	Erstmeldung bestätigt (Querabgleich durchgeführt)	Auswirkung bewertet	Weiteres Vorgehen beschlossen: weitere Analysen oder Start Risikobewältigung
Melder Name, Abteilung und Tel eingetragen	Handshake mit Risikoeigner erfolgt	Risikostufe ermittelt und in der Risikomatrix abgebildet	Klare Entscheidungs- und Kommunikationswege bestätigt
Erste Plausibilisierung durch Melder bestätigt	Handshake Datum, Name, Vorname, Abteilung und Tel eigetragen	Gegenseitige Abhängigkeit der Risiken betrachtet (Vernetzung)	Kennzeichen „Top-Risiko“ eingetragen
Methode für die Risiko-Beurteilung liegt vor	Risikobeschreibung selbsterklärend	Risikoanalyse abgeschlossen	Ggf. Kennzeichen „Krise“
	Auswirkung selbsterklärend (Unternehmensziele getroffen)		
	Ursache definiert und selbsterklärend		
Status 0 (N)	**Status 10 (N)**	**Status 20 (N)**	**Status 30 (N)**
Mindestens eine Anforderung nicht erfüllt	Mindestens eine Anforderung nicht erfüllt	Mindestens eine Anforderung nicht erfüllt	Mindestens eine Anforderung nicht erfüllt
			ST 31
			Risiko abbrechen
			ST 32
			Risiko tragbar (Überwachung)

Tabelle 8: Risiko- Fortschrittstabelle, (Quelle: Eigene Darstellung)

Risikobewältigung		
Status 40 (J)	**Status 45 (J)**	**Status 50 (J)**
Bewältigungsstrategie liegt vor Risikovermeidung; Risikoverminderung; Risiko selbst tragen	Maßnahmenempfehlungen ausgearbeitet	Maßnahmen und deren Wirksamkeit final bestätigt
Maßnahmenverantwortlicher definiert (Name, Abteilung und Telefon)	Einzelne Maßnahmen mit Wirksamkeit und Terminen belegt	Ggf. toleriertes Restrisiko akzeptiert und bestätig
Zielt-PEP-Phase definiert (nächste PEP-Phase)	Maßnahmenbeschreibung selbsterklärend	
Status 40 (N)	**Status 45 (N)**	**Status 50 (N)**
Mindestens eine Anforderung nicht erfüllt	Mindestens eine Anforderung nicht erfüllt	Mindestens eine Anforderung nicht erfüllt
		Status 51
		Restrisiko nicht tolerierbar Abbruch genehmigt

Tabelle 9: Maßnahmen-Fortschrittstabelle, (Quelle: Eigene Darstellung)

Die Ableitung einer verdichteten Risiko-/Maßnahmen Lenkungsmatrix (Abbildung 10) schafft Transparenz zur Risikolage im Unternehmen und stärkt durch die Statusvergabe die Wahrnehmung zu den Begrifflichkeiten des Risikomanagement prozesses. Hier wird durch den Helikopterblick der Lenkungsmatrix und regelmäßiges berichten des Risiko-Fortschrittstatus die Nachhaltigkeit des Prozesses sichergestellt. Diese ist von den Führungsstäben des Unternehmens leicht zu verstehen, damit die Entscheidung zur Beschleunigung des Prozesses leichter gemacht wird. Es gilt folgende Aussage: Vertrauen ist gut, Nachprüfung und Kontrolle ist nachhaltiger und besser.

Durch das Instrument „Risiko-/Maßnahmen Lenkungsmatrix“ wird sowohl die Nachhaltigkeit als auch die Messbarkeit des technischen Risikomanagements sichergestellt und die Aussichten auf Erfolg näher beleuchtet. Dies wird im nächsten Abschnitt „Quality Gates“ abgebildet und gilt als unverzichtbare Anforderung.

Risikobewältigung				Risikobeurteilung						
				Risikobeurteilung			Risiko-analyse	Risiko-identifi-kation		
51	**50 (J)**	**45 (J)**	**40 (J)**	**32**	**31**	**30 (J)**	**20 (J)**	**10 (J)**	**0 (J)**	**∑**
	5	2	8	2	2	3	4	4	5	**35**
	50 (N)	**45 (N)**	**40 (N)**			**30 (N)**	**20 (N)**	**10 (N)**	**0 (N)**	**∑**
	2	2	1			3	3	2	2	**15**

Tabelle 10:Beispiel Risiko-/Maßnahmen Lenkungsmatrix, (Quelle: Eigene Darstellung)

5.1.2 Integrierte Quality Gates im technischen Risikomanagement

Quality Gates haben eine Schlüsselfunktion für die strategische und langfristige Gestaltung des Risikomanagementprozesses. Durch deren Freischaltung wird die Entscheidung im Rahmen der Berichterstattung getroffen, ob die Freigabe zur nächsten PEP-Phase erfolgt (3.1.2 Quality Gates). Die Quality Gates stehen hinter dem Risikomanagement und vertreten dessen Interessen. Der Lösungsansatz basiert auf der Integration von sechs Quality Gates im Risikomanagementprozess innerhalb des Produktentstehungsprozesses (PEP). Diese schaffen jeweils Transparenz und Aussagen zu den prozessualen und organisatorischen Aspekten der jeweiligen Phase. Die Freischaltung zur nächsten PEP-Phase erfolgt ohne Auflagen wenn alle Kriterien zu 100 Prozent erfüllt sind.

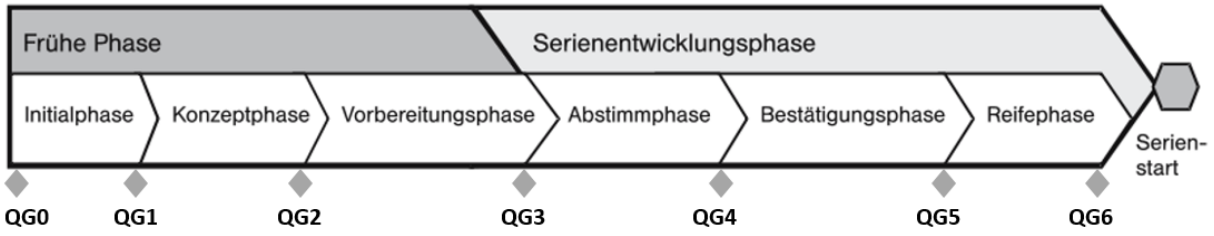


Abbildung 55:Quality-Gates in den Phasen des Produktentstehungsprozess (PEP),(Quelle: In Anlehnung an (Wallentowitz & Reif, 2006, S. 310))

Konkret werden in den Quality Gates sehr spezifische Fragen zu den elementaren Bausteinen des Risikomanagementprozesses gestellt, dazu gehören z.B.:

- Administrative und organisatorische Angelegenheiten z.B. Ressourcen-beschaffung und Personalplanung etc.
- Kernanforderung ist die Verpflichtung der oberste Leitung zur Einführung und Verwirklichung des Risikomanagementprozesses
- Durchführung der Risiko-/Maßnahmen Lenkungsmatrix
- Status des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) bzw. Umsetzung der Verbesserungspotentiale
- Prozessbezogene Kennzahlen

Die sechs Quality Gates, werden in das Excel-Tool des technisches Risikomanagement (Kapitel 5.2.5) integriert und dienen einer künftigen Verwendung.

Anforderung	Status	Maßnahme	Verantwortlicher	Zieltermin
Verpflichtung der Leitung ist gefordert, bestätigt und kommuniziert				
Ressourcen stehen zur Verfügung				
Kapazitäten stehen zur Verfügung				
Fachliche und persönliche Eigenschaften des Risikomanager bestätigt				
Kick-off-Risikomanagement-Meeting zum Projektstart durchgeführt (QG0)				
Risikomanagementhandbuch verteilt (QG0)				
Risiko-/Maßnahmen Lenkungsmatrix liegt vor				
75% Fortschrittstaus „X“ & „N“ > Fortschrittstaus 10(J) (Grundgesamtheit – Fortschrittstaus 31/32/51)				
75 % der Risiken müssen Status 45 „J“ erreicht haben (ab QG1)				
Risiko-Konsolidierungs-Workshop mindestens 1mal pro PEP-Phase stattgefunden				
Top-10-Projektrisiken sind konsolidiert und liegen vor				
Finanzielle Bewertung der Top-10-Risiken durchgeführt				
Tragbare Risiken einmal pro Quartal im Rahmen einer Umlaufvorlage bestätigt und neubewertet				
Mindestens ein Verbesserungsvorschlag (KVP) eingesteuert und umgesetzt (QG3 und QG6)				
Übertrag Auflagen QGx zu QGx+1				

Quality Gates x freigeschaltet	**X**	**Kommentierung**:
Quality Gates x freigeschaltet mit Auflagen		
Quality Gates x nicht freigeschaltet		

Tabelle 11: Quality Gates Bewertungstabelle, (Quelle: Eigene Darstellung)

5.2 Messbarkeit des technischen Risikomanagements

Die Begriffe Messbarkeit und Nachhaltigkeit gehören untrennbar zusammen. Sie sind heutzutage in aller Munde und wohl die beiden wichtigsten Kriterien für die erfolgreiche Produktentwicklung. Im Abschnitt 3.2 Prozessbewertung wurde bereits auf das Thema Nicht-finanzielle Prozessbewertung näher eingegangen. Sogar im vorherigen Abschnitt Quality Gates wurden Aspekte der Messbarkeit im Lösungsansatz integriert. Nachfolgend werden drei der bekanntesten Key Performance Indikatoren (KPI‘s) Durchlaufzeit, Termintreue, Risiko vor und nach Maßnahmen beschrieben und im Risikomanagementprozess implementiert.

5.2.1 Durchlaufzeitmessung

Die Durchlaufzeit ist ein zentraler Begriff der Zeitwirtschaft und einer der wichtigsten Instrumente für die Risikosteuerung. Ferner hat die Länge der Durchlaufzeit einen erheblichen Einfluss auf die aufzubringenden Kosten zur Risikobekämpfung, da die Vermeidungskosten von Phase zu Phase um eine 10er-Potenz steigen (2.8 Präventive Qualitätsmethoden des technischen Risikomanagements).

Basierend auf dem ausgearbeiteten Fortschrittstatus (Kapitel 5.1.1 Nachhaltige Risiko- / Maßnahmenlenkung) werden Abarbeitungsintervalle (eigene Erfahrungswerte) zu den einzelnen Elementen festgelegt. Das heißt, alle Anforderungen eines Fortschrittstatus eines Risikos sollten innerhalb der festgelegten Zeitspanne erfüllt werden, damit der strategisch festgelegte Key Performance Indicator (KPI) – Durchlaufzeit (DLZ) <= 108 erfüllt wird.

		Risikobeurteilung				**Risikobewältigung**		
		Risiko-identifikation		**Risiko-analyse**	**Risiko-bewertung**			
	Status 0	**Status 0 (J)**	**Status 10 (J)**	**Status 20 (J)**	**Status 30 (J)**	**Status 40 (J)**	**Status 45 (J)**	**Status 50 (J)**
Zeitspanne		3 Tage	14 Tage	28 Tage	14 Tage	5 Tage	30 Tage	14 Tage
∑ Gesamtdurchlaufzeit (Risikobeurteilung + Risikobewältigung)						108 (59 +49) Tage		

Tabelle 12:Gesamtdurchlaufzeit-Matrix, (Quelle: Eigene Darstellung)

Der erste strategische Key Performance Indicator (KPI) – Durchlaufzeit (DLZ) pro Risiko <= 108 Tage wird pro Quartal an die Führungskräfte des jeweiligen Risikoeigners und den Führungsstäben im Rahmen der Berichterstattung vorgelegt. Ziel ist es, Management-Attention zu schaffen, Entscheidungen zu existenzgefährdenden Risiken herbei zu führen, Einleiten von Sofortmaßnahmen zur Beschleunigung der Abarbeitung der Risikobewältigungsstrategie und eine Aussage über die Prozessperformance zu treffen.

Mein festgelegtes und vorgeschlagenes Motto für die Durchlaufzeitmessung lautet: Speed als Alleinstellungsmerkmal zum Unternehmenserfolg.

5.2.2 Termintreue

Die Termintreue ist neben dem strategischen Key Performance Indicator (KPI) – Durchlaufzeit (DLZ) pro Risiko <= 108 einer der zentralen Indikatoren zur Prozessbewertung und Leistungsmessung. Beide bilden aufeinander gegenseitige Wechselwirkungen und Synergien.

Der Risikomanager ist die einzige bevollmächtigte Person, die Zieltermine anpassen darf. Geänderte Zieltermine werden mit rot gekennzeichnet und die Termintreue durch folgende Formel berechnet:

$$\textbf{Termintreue} = \frac{\sum \textbf{Anzahl Risiken ohne Terminverschiebung (nicht rot gekennzeichnet)}}{\sum \textbf{Gesamtanzahl der Risiken}} \textbf{ X 100 \%}$$

Der zweite strategische Key Performance Indicator (KPI) – Termintreue >= 75 wird monatlich berechnet, mit roten oder grünen Ampel versehen und pro Quartal analog dem ersten KPI den Führungskräften vorgelegt.

Nichterfüllte Termintreue bedeutet, mangelnde Koordination, unrealistische Terminplanung und Versagen des Projektmanagements und der Projektleitung. Hier müssen die Ursachen im Detail erforscht werden und entsprechende Verbesserungen eingeleitet werden.

5.2.3 Risiko vor und nach Maßnahmen

Ziel des Risikomanagements ist es in erster Linie Risiken zu eliminieren. Hierzu stelle ich mir eine logische Vorgehensweise vor, diese sieht folgendermaßen aus: Aufzeigen des Risikowerts (Risikostufe) vor Maßnahmen und nach Maßnahmen für die Top-Risiken. Hierbei gilt das Kennzeichen „Top-Risiko“ als Anforderung im Abschnitt Fortschrittstatus 30.

Die Prozessbewertung erfolgt über eine verbale Einschätzung Ja/ Nein des Risikomanagers zu den einzelnen Top-Risiken. Dies erfolgt anhand des Abgleichs des Risikowerts vor und nach Maßnahmen, damit die existenzgefährdenden Risiken mit besonderer Aufmerksamkeit nachgehalten werden.

Die Bewertung erfolgt pro Quartal und wird den Führungskräften des jeweiligen Risikoeigners und den Führungsstäben im Rahmen der Berichterstattung vorgelegt. Hier sollten alle Top-Risiken mit Ja bewertet werden bzw. die Wirkung der geplanten Maßnahmen auf den Risikowert nachvollziehbar dargestellt werden.

Der Risikowert entsteht aus der Multiplikation der Bewertungsskala der Eintrittswahrscheinlichkeit (EW) und der Auswirkung (AW) (Kapitel 2.7.2 Risikobeurteilung). Hierzu wird eine Bewertungsskala von 1 bis 10 verwendet (siehe Risikomatrix Abbildung 56).

Auswirkung										
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Eintrittswahrscheinlichkeit

Abbildung 56: Risikomatrix, (Quelle. In Anlehnung an VDA)

Die Berichterstattung erfolgt in Form einer tabellarischen Gliederung (Tabelle 13)

Top Risiken							
	vor Maßnahmen			nach Maßnahmen			
Risiko-ID	AW	EW	Risiko-wert	AW	EW	Risiko wert	Beurteilung Ja/ Nein
1	9	9	81	0	0	0	Ja
2	7	8	56	7	8	56	Nein
3	5	5	25	2	2	4	Ja
Gesamtbewertung							Nein

Tabelle 13: Bewertungstabelle Risiko vor und nach Maßnahmen, (Quelle: Eigene Darstellung)

Neben der Bewertungstabelle Risiko vor und nach Maßnahmen, kann folgende Darstellung der Risikomatrix. zusätzlich genutzt werden.

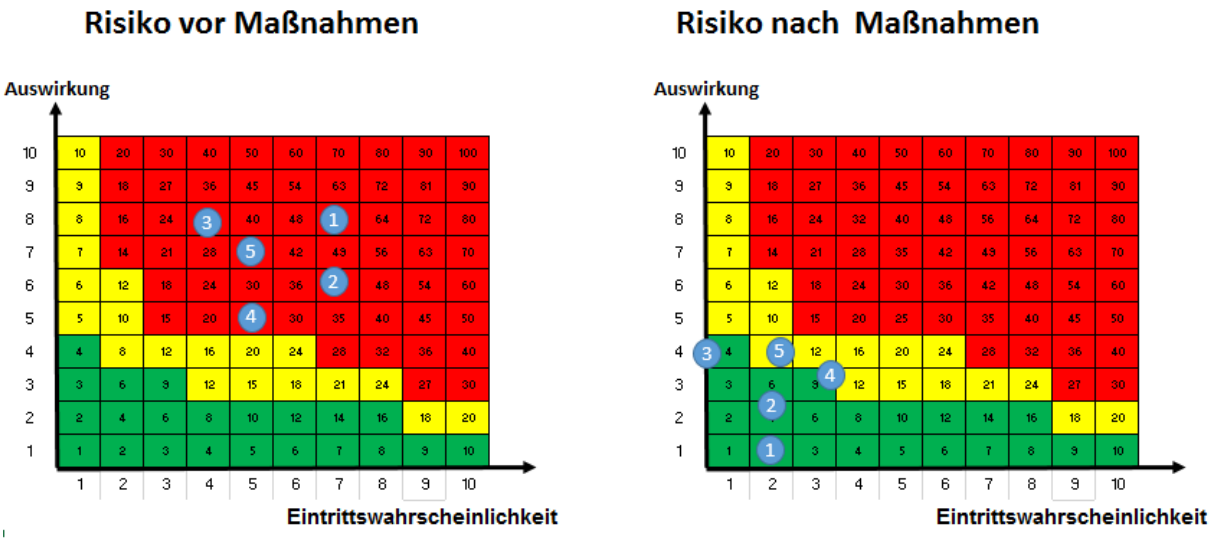


Abbildung 57:Risikomatrix vor und nach Maßnahmen, (Quelle: Eigene Darstellung)

5.2.4 Big Picture Nachhaltigkeit und Messbarkeit des technischen Risikomanagements.

Die Ergebnisse und Lösungen zum Thema Nachhaltigkeit und Messbarkeit des technischen Risikomanagements sind in der selbsterklärenden Abbildung 56 dargestellt.

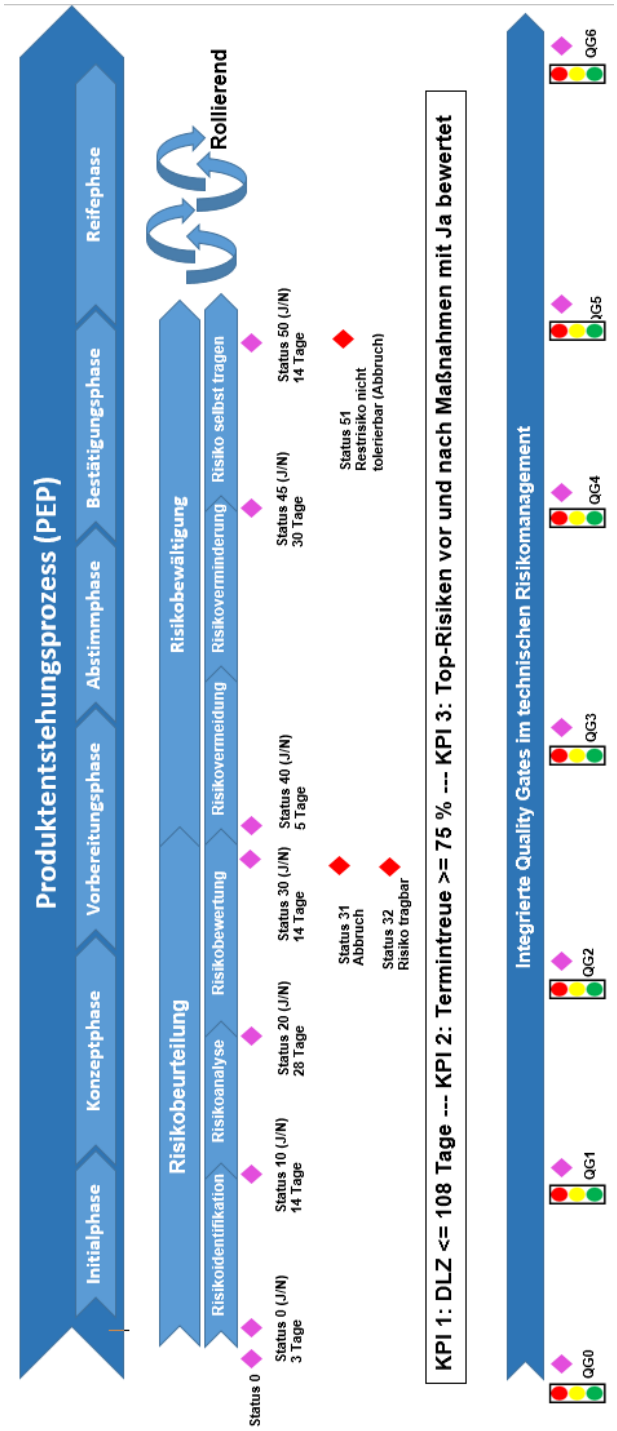


Abbildung 58:Big Picture Nachhaltigkeit und Messbarkeit des technischen Risikomanagements, (Quelle: Eigene Darstellung)

5.2.5 Template „technisches Risikomanagement“ und Anwendungsbeispiele

Das entwickelte Template „technisches Risikomanagement“ ist mit Risiken hinterlegt (beispielhaft befüllt) und dient als Grundlage für zukünftige Anwendungen.

Auszug aus dem Template „technisches Risikomanagement“:

Risiko-ID	Erfassungsdatum	Risikomelder (Name, Abt, Tel)	Q-Methode	Risiko-verantwortlicher (Name, Abt, Tel)	Risikoursache	Risikobeschreibung	Wirkung	ETW	AW	Risiko-Stufe
1	07.08.2015	Maya Asmi, KO-1, 2312	FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)	Armin Mayer, EU-1	Rauschen durch nicht robuste anströmung in der Zone Außenspiegel	Starke Fahrwindgeräusche ab 70km/ht mit geöffnetem Schiebedach	Qulität GWK-Fälle	6	5	30
2	01.08.2015	Maya Asmi, KO-1, 2312	Fehlerbaum- und Ablaufanalyse	Sabri Asmi, KP-13, 2531	Gurtsystem funktioniert nicht	Frontalunfall: Fahrer schlägt Kopf oder Hals auf das Lenkrad oder Armaturenbrett	Gesetz	4	10	40
3	15.10.2015	Maya Asmi, KO-1, 2312	Fehlerbaum- und Ablaufanalyse	Sabri Asmi, KP-13, 2531	Aufblasen des Luftsackes des Fahrerairbags verzügert sich	Frontalunfällen: Fahrer prallt mit dem Brustkorb gegen das Lenkrad	Gesetz	5	10	50
4	07.08.2015	Stefan Schulz, A-3, 1452	Brainstorming	Stefan Burger; KP-12	Unstabile Seitenschweller Strukturversagen der Karosserie	Seitensaufprall: Fahrer erlitt gravierende Verletzungen im Oberkörper- und Kopfbereich	Gesetz	6	9	54
5	01.08.2016	Stefan Schulz, A-3, 1452	FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)			Heckklappe-Schließ-Energie zu hoch	Eigenschaften			

Abbildung 59:Auszug aus dem Template „technisches Risikomanagement“, (Quelle: Eigene Darstellung)

Risikobewältigung				Risikobeurteilung						
				Risikobeurteilung			Risiko-analyse	Risiko-identifikation		
51	50 (J)	45 (J)	40 (J)	32	31	30 (J)	20 (J)	10 (J)	0 (J)	∑
		2				2				4
	50 (N)	45 (N)	40 (N)			30 (N)	20 (N)	10 (N)	0 (N)	∑
									1	1

Abbildung 60: Risiko-/Maßnahmen Lenkungsmatrix, (Quelle: Eigene Darstellung)

Key Performance Indicator (KPI) – Durchlaufzeit (DLZ) <= 108 ist erfüllt

Key Performance Indicator (KPI) – Termintreue >= 75 ist erfüllt

Top Risiken							
	vor Maßnahmen			nach Maßnahmen			
Risiko-ID	AW	EW	Risiko-wert	AW	EW	Risiko wert	Beurteilung Ja/ Nein
1	6	5	30				Nein
2	4	10	40	2	10	20	Ja
3	5	10	50				Nein
4	6	9	54	0	3		Ja
Gesamtbewertung							Nein

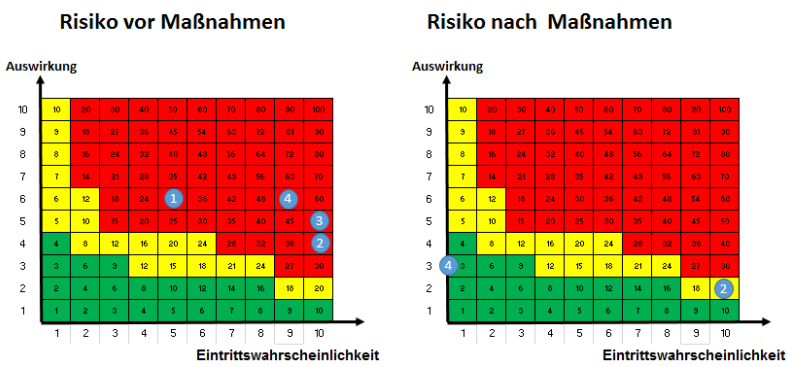


Abbildung 61: Risiko vor und nach Maßnahmen,(Quelle: Eigene Darstellung)

Quality Gates QG0 nicht erfüllt:

QG0				
Anforderung	Status	Maßnahme	verantwortliche	Zieltermin
Verpflichtung der Leitung ist gefördert, bestätigt und kommuniziert.				
Ressourcen stehen zur Verfügung.				
Kapazitäten stehen zur Verfügung.				
Fachliche und persönliche Eigenschaften der Risikomanager bestätigt				
Kick-off-Risikomanagement-Meeting zum Projektstart durchgeführt (QG0)				
Risikomanagementrandbuch verteilt (QG0)				
Risiko-/Maßnahmen Lenkungsmatrix liegt vor				
75% Fortschrittsstaus „N" & „N" > Fortschrittsstaus 10 (Grundgesamtheit – Fortschrittsstaus 31/32/51)				
75 % der Risiken müssen Status 45 „J" erreicht haben (ab QG1)				
Risiko-Konsolidierungs-Workshop mindestens 1mal pro PEP-Phase stattgefunden				
Top-10-Projektrisiken sind konsolidiert und liegen vor				
Finanzielle Bewertung der Top-10-Risiken durchgeführt				
Tragbare Risiken 1mal pro Quartal im Rahmen einer Umlaufvorlage bestätigt und neubewertet				
Mindestens 1 Verbesserungsvorschlag (KVP) eingestuert und umgesetzt (QG3 und QG6)				
Übertrag Auflagen QGx zu QGx+1				

Quality Gates x freigeschaltet	
Quality Gates x freigeschaltet mit Auflage	
Quality Gates x nicht freigeschaltet	

Abbildung 62:Quality Gates QG0 nicht erfüllt, (Quelle: Eigene Darstellung)

6 Fazit und Ausblick

Präventive Qualitätsmethoden werden aufgrund deren Komplexität und mangelndem Verständnis seitens der Entwickler und Konstrukteure häufig als lästiges Übel und Arbeitsbeschaffungsmaßnahme (ABM-Maßnahme) gesehen.

Effizienz, Erfolg, Akzeptanz und Wahrnehmung der Qualitätsprozesse, insbesondere das technische Risikomanagement kann nur über die Verpflichtung der oberste Leitung geschaffen werden. Das Risikomanagement ist gemäß der Norm ISO 31000:2009 als eine Führungsaufgabe definiert, die bis zu den untersten Mitarbeitereben ausgerollt werden muss. Ferner ist die Nachhaltigkeit und Messbarkeit des technischen Risikomanagement im Produktentstehungsprozess (PEP) das zentrale konzeptionelle Gerüst für eine langfristig erfolgreiche Profitabilität und eine Best in Segment Performance. Qualität bzw. fehlerfreie Produkte und damit letztendlich zufriedene Kunden sind das Gesicht des Unternehmens.

In dieser Masterarbeit wurden die Aspekte Nachhaltigkeit und Messbarkeit des technischen Risikomanagement im Produktentstehungsprozess (PEP) unter die Lupe genommen. Es wurde ein maßgeschneiderter und feingeschliffener Lösungsansatz entwickelt. Dieser ist von der Praxis für die Praxis und basiert auf langjähriger Berufserfahrung auf dem Gebiet des Qualitäts- und Risikomanagements.

Die Quintessenz der Arbeit resümiert in mehreren Kochrezepten. Zunächst wird auf die Nachhaltigkeit eingegangen: Durch die Vergabe von Fortschrittsstatus und die daraus resultierende Risiko-/ Maßnahmen Lenkungsmatrix ist ein effektives Instrument zur nachhaltigen Steuerung und Kontrolle des technischen Risikomanagements entstanden. Dieses ist in hohem Maß verständlich und kundenfreundlich ausgearbeitet und vereinfacht die Komplexität der Prozesse und Projekte. Somit haben der Risikomanager, die Führungsstäbe und weitere Beteiligte durch managementtaugliche Zahlensprache einen Helikopterblick auf den Bearbeitungsstatus der Risikolandschaft. Die Nachhaltigkeit geht sogar noch einen Schritt weiter. Durch die ganzheitlich integrierten sechs Quality Gates entlang des Produktentstehungsprozesses (PEP), werden Kernelemente des technischen Risikomanagements und messbare Aussagen zur Prozessleistung in Form von Anforderungen formuliert. Bei vollständiger Erfüllung dieser Anforderungen wird das Quality Gate freigeschaltet. Dadurch werden folgende Zielgrößen erreicht:

- Management-Attention
- Erhöhung der Effizienz, Transparenz und Robustheit des Prozesses
- Nachhaltige Lenkung durch die Integration der Risiko-/ Maßnahmen Lenkungsmatrix als Anforderung im Quality Gate
- Verankerung des technischen Risikomanagement in den Geschäftsprozessen
- Nachhaltiger Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)
- Messung der Prozessleistung durch Kennzahlen

Im zweiten Schritt wurde die Messbarkeit des technischen Risikomanagements durch drei aussagekräftige und strategische Kennzahlen, die Key Performance Indicators (KPI) ausgearbeitet.

Die DLZ <= 108 Tage liefert dem Management einen Überblick über die Geschwindigkeit der Risikobeurteilung und -bewältigung und dient als Entscheidungsgrundlage zur Bewältigung von Langläufern. Je früher Risiken eliminiert werden, desto höher ist die Kosteneinsparung, die erreicht werden kann (10er-Regel der Fehlerkosten Kapitel 3).

Kundenbegeisterung und Zufriedenheit wird durch Termintreue erzielt. Diese ist als Qualitätsmaßstab zu nennen und wird analog der Durchlaufzeit den Führungsstäben quartalsweise vorgelegt. Als strategische Zielvorgabe KPI – Termintreue wurde die Zielgröße >= 75% angenommen.

Eine gute Methode zur Messung der Wirksamkeit der geplanten Maßnahmen für existenzgefährdende Risiken, ist die Gegenüberstellung der Risikowerte vor und nach Maßnahmen (KPI 3). Dadurch wird eine hohe Management Attention, Transparenz und eine anschauliche Visualisierung als Grundlage für Managemententscheidungen erzielt.

Die entwickelten Lösungen zur Nachhaltigkeit und Messbarkeit des technischen Risikomanagements wurden in einem Big Picture abgebildet. Diese bauen inhaltlich und systematisch aufeinander auf und sind die Grundvoraussetzung für langfristigen Unternehmenserfolg.

Das entwickelte Template „technisches Risikomanagement“, kann aus meiner Sicht auf eine IT-Lösung (z.B. Multiuser-Datenbank) mit automatisierten Berichtsfunktionen

erweitert werden. Das würde eine entsprechende Rechtevergabe auf Inhalte voraussetzen um die geschaffene Lenkungsfunktion zu optimieren.

Ferner stellt die Integration und Weiterentwicklung des technischen Risikomanagement in Bezug auf die Industrie 4.0 für die künftigen Generationen eine große Herausforderung dar, die gelöst werden muss.

Literaturverzeichnis

Kamiske, G. (Hrsg.). (2013). *HANDBUCH QM-METHODEN. Die richtige Methode auswählen und erfolgreich umsetzen. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage.* München: Carl Hanser Verlag.

Kutter, S. (08. 07 2009). *WirtschaftsWoche*. Abgerufen am 15. 08 2015 von http://www.wiwo.de/technologie/risiko-warum-wir-uns-ohne-mut-nicht-weiterentwickeln/5556650.html

Allweyer, T. (2005). *Geschäftsprozessmanagement: Strategie, Entwurf, Implementierung, Controlling.* Herdecke - Bochum: W3l-Verlag.

Argenus GmbH. (02 2009). *Argenus*. Abgerufen am 13. 09 2015 von http://www.argenus.de/fileadmin/user_upload/Vortr%C3%A4ge/090213_10050_Krise_AIB.pdf

Arnd, H. (2008). *Schutzgemeinschaft Fluglärm*. Abgerufen am 19. 09 2015 von http://www.sgf-do-un.de/karikaturen.htm

Austrian Standards Institute (Hrsg.). (2014). *Normensammlung Risikomanagement. Die wichtigsten Nomen und Regeln mit einer kompakten Einführung in das Thema. 2., aktualisierte Auflage 2014.* Wien: Austrian Standards plus GmbH.

Becker , T. (2008). *Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren. 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage .* Berlin Heidelberg : Springer-Verlag.

BMW-AG (Hrsg.). (15. 10 2015). *StepStone*. Abgerufen am 18. 10 2015 von http://www.stepstone.de/stellenangebote--Leiter-Entwicklung-Kunststoff-und-Mischbauweise-m-w-Muenchen-BMW-Group--3391149-inline.html

Brüggemann, H., & Bremer, P. (2012). *Grundlagen Qualitätsmanagement, Von den Werkzeugen über Methoden zum TQM.* Wiesbaden : Vieweg+Teubner Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH .

Brühwiler, D., & Romeike, F. (2010). *Praxis Leitfaden Risikomanagement - ISO 31000 und ONR 49000 sicher anwenden.* Berlin: Erich Schmidt Verlag.

Cottin, C., & Döhler, S. (2009). *Risikoanalyse - Modellierung, Beurteilung und Management von Risiken mit Praxisbeispielen. 1. Auflage.* Wiesbaden: Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage.

Die große Enzyklopädie der Wirtschaft. (2009). Abgerufen am 15. 10 2015 von http://www.economia48.com/deu/d/krisenmanagement/krisenmanagement.htm

Diederichs, M. (2012). *Risikomanagement und Risikocontrolling. 3. Auflage.* München: Verlag Franz Vahlen GmbH.

DIN EN ISO-14971 . (2013).

Drews , G., & Hillebrand, N. (2010). *Lexikon der Projektmanagement-Methoden. 2. Auflage.* Freiburg: Haufe-Lexware.

Ebert , C. (2013). *Risikomanagement kompakt - Risiken und Unsicherheiten bewerten und beherrschen.* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag .

Edler, F., Soden, M., & Hankammer, R. (2015). *Fehlerbaumanalyse in Theorie und Praxis - Grundlagen und Anwendung der Methode. 1.Auflage.* Berlin Heidelberg: Springer Vieweg.

Fiege, S. (2006). *Risikomanagement- und Überwachungssystem nach KonTraG, 1. Auflage.* Wiesbaden: Deutsche Universitäts-Verlag.

Gamweger, J., Jöbstl, O., Strohrmann, M., & Suchowerskyj, W. (2009). *Design for Six Sigma. Kundenorientierte Produkte und Prozesse fehlerfrei entwickeln.* München: Carl Hanser Verlag.

Gessler, M. (Hrsg.). (2010). *Kompetenzbasiertes Projektmanagement (PM3) - Handbuch für die Projektarbeit, Qualifiierung und Zertiiierung, 3. Auflage.* Nürnberg: GPM Deutsche Gesellschaf für Projektmanagement e.V.

Gleißner, W., & Romeike, F. (2005). *Risikomanagement Umsetzung, Werkzeuge, Risikobewertung.* Freiburg: Rudolf Haufe.

Göpfert, V., & Steinbrecher, M. (3 2000). *Harvardbusinessmanager*. Abgerufen am 23. 08 2015 von http://www.harvardbusinessmanager.de/heft/d-21501748.html

Häckelmann, H., & Wagnitz-Peters, R. (08. 09 2014). *DZW - Die ZahnarztWoche.* Abgerufen am 15. 08 2015 von http://www.dzw.de/artikel/proaktives-risikomanagementsystem-kann-den-eisberg-auf-die-spitze-stellen

Holzbaur, U. (2007). *Entwicklungsmanagement. Mit hervorragenden Produkten zum Markterfolg.* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Horx, M. (2010). *Horx Zukunftsinstitut*. Abgerufen am 11. 10 2015 von http://www.horx.com/zukunftsforschung/Docs/02-M-09-Delphi-Methode.pdf

Karius, A. (02. 05 2015). *AUTOMOBIL PRODUKTION*. Abgerufen am 15. 08 2015 von http://www.automobil-produktion.de/2015/02/leichtbau-werkstoffe-der-mix-machts/

Klauser, M. (2010). *Lenke, was dein Unternehmen lenkt: Management-Prozess-Architektur (MPA) als Quantensprung in der Unternehmens- und Mitarbeiterführung (editionMALIK), Auflage: 1.* Frankfurt am Main: Campus Verlag.

Loos, D. (Hrsg.). (10. 12 2004). *www.medien.ifi.lmu.de*. Abgerufen am 11. 10 2015 von http://www.medien.ifi.lmu.de/fileadmin/mimuc/mmi_ws0405/uebung/essays/david_loos/HTML/davidloos.htm

Meyer, A. (kein Datum). *www.uw-s.com*. Abgerufen am 12. 10 2015 von http://www.uw-s.com/uploads/media/Zusammenhang_zwischen_FMEA_und_QFD.pdf

Nerovivo. (05. 08 2005). *flickr*. Abgerufen am 19. 09 2015 von https://www.flickr.com/photos/dominik99/384027019/

Neubauer, M. (2010). *Krisenmanagement in Projekten, Handeln, wenn Probleme eskalieren, 3., neubearb. u. erw. Aufl.* Heidelberg : Springer-Verlag.

ÖNORM ISO 31000. (2010).

ONR 49000. (2014).

ONR 49001. (2014).

ONR 49002-2. (2014).

ONR 49002-3. (2014).

ONR 49003. (2014).

Prof. Dr. Henning Kagermann, a. –D. (Hrsg.). (04 2013). *Bundesministerium für Bildung und Forschung.* Abgerufen am 03. 08 2015 von www.bmbf.de/pubRD/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf

Rieg, R. (2015). *Planung und Budgetierung: Was wirklich funktioniert. 2., überarbeitete Auflage.* Wiesbaden: Gabler Verlag / Springer Fachmedien.

Romeike, F., & Finke, R. (2003). *Erfolgsfaktor Risiko-Management: Chance für Industrie und Handel Methoden.* Wiesbaden: Springer.

Romeike, F., & Hager, P. (2013). *Erfolgsfaktor Risikomanagement 3.0. Methoden, Beispiele, Checklisten, Praxishandbuch für Industrie und Handel. 3. Auflage.* Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Sartory, B., Senn, P., Zimmermann, B., & Mazumber, S. (2013). *Praxishandbuch Krisenmanagement. Krisenmanagement nach der 4C-Methode.* Zürich: Midas Computer Verlag AG.

Schawel, C., & Billing, F. (2012). *Top 100 Management Tools - Das wichtigste Buch eines Managers Von ABC-Analyse bis Zielvereinbarung, 4., überarbeitete Auflage.* Wiesbaden: Gabler Verlag | Springer Fachmedien.

Schmitt, R., & Pfeifer, T. (2010). *Qualitätsmanagement. Strategien - Methoden - Techniken. 4., vollständig überarbeitete Auflage.* München Wien: Carl Hanser Verlag.

Seibold , H. (2006). *IT-Risikomanagement.* München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Seidenschwarz, W. (Hrsg.). (2008). *Marktorientiertes Prozessmanagement wie Process Mass Customization Kundenorientierung und Prozessstandardisierung integriert. 2. Auflage.* München: Verlag Franz Vahlen.

Siegemund, J. (09. 05 2012). *tmg-karlsruhe.de*. Abgerufen am 15. 10 2015 von http://tmg-karlsruhe.de/Pressemeldungen/quality-gates-machen-produktlebenzyklus-transparenter

Springer Gabler Verlag (Herausgeber), G. W. (Hrsg.). (kein Datum). *http://wirtschaftslexikon.gabler.de/*. Abgerufen am 15. 10 2015 von http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/140765/performance-measurement-v4.html

Süddeutsche Zeitung. (19. 05 2015). *Süddeutsche Zeitung*. Abgerufen am 15. 08 2015 von http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/defekte-airbags-takata-veranlasst-rekord-rueckruf-von-millionen-autos-1.2486510

Syska, A. (2006). *Produktionsmanagement - Das A — Z wichtiger Methoden und Konzepte für die Produktion von heute.* Wiesbaden: Gabler Verlag.

Theden, P., & Colsman, H. (2013). *Qualitätstechniken. 5. Auflage.* München: Carl Hanser verlag.

T-online. (15. 01 2014). *T-online*. Abgerufen am 15. 08 2015 von http://www.t-online.de/wirtschaft/unternehmen/id_67410702/boeing-787-dreamliner-hat-wieder-probleme-mit-den-batterien.html

VDA. (2003). *Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie - Fehlerbaumanalyse FTA. 4. Auflage.* Oberursel.

VDA. (2009). *Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie - Produkt- und Prozess-FMEA. Aktualisierter Nachdruck.* Oberursel.

VDA QMC. (2010). 10.

Von Regius, B. (2006). *Qualität in der Produktentwicklung. Vom Kundenwunsch bis zum fehlerfreien Produkt.* München Wien: Carl Hanser Verlag.

Wallentowitz, H., & Reif, K. (Hrsg.). (2006). *Handbuch Kraftfahrzeug-elektronik Grundlagen, Komponenten,Systeme, Anwendungen. 1. Auflage .* Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn Verlag | GWV Fachverlage .

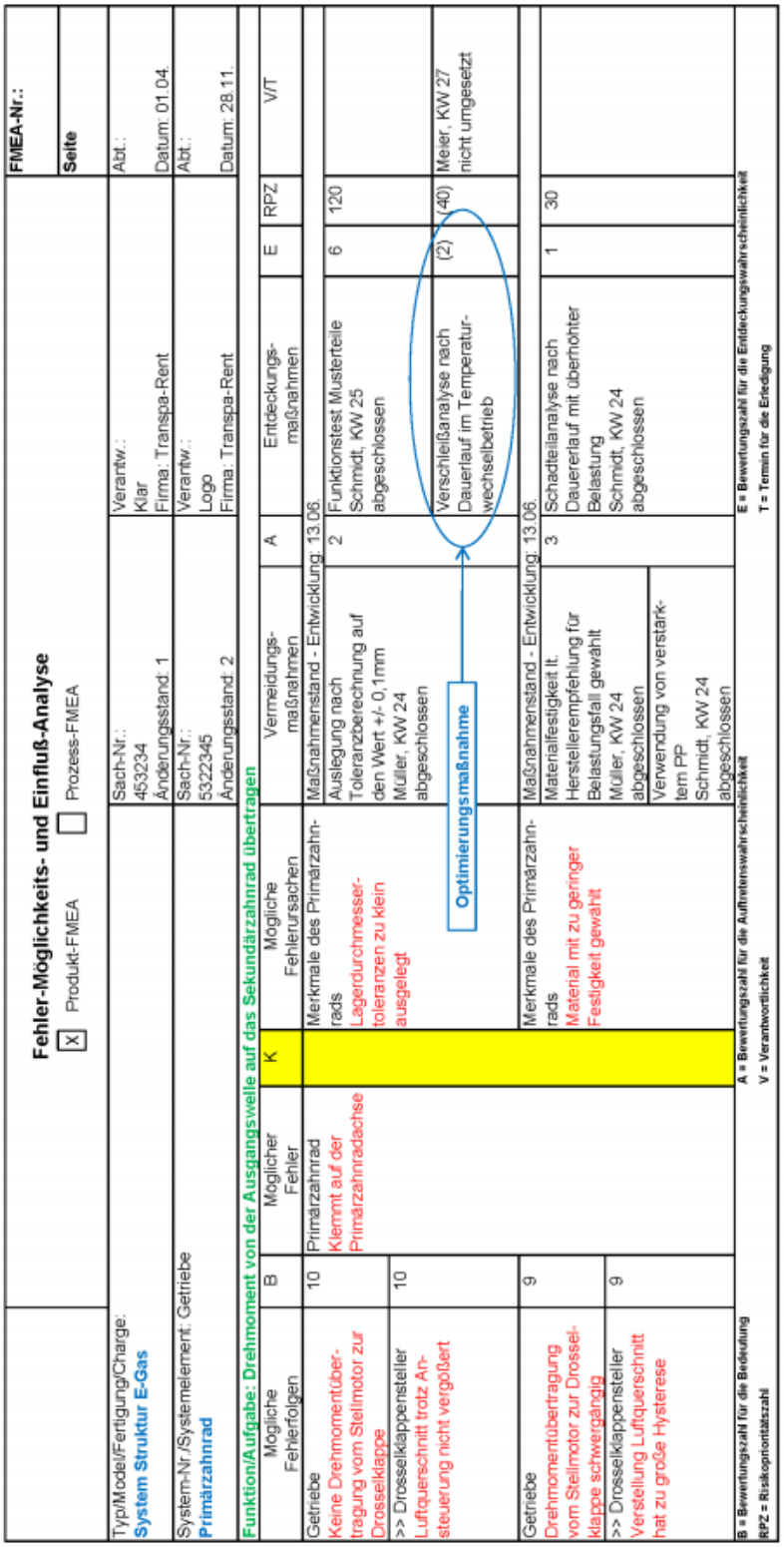
Wanner, R. (2009). *Risikomanagement für Projekte. So managen Sie erfolgreich Risiken und Chancen bei Projekten. 1. Auflage.* Norderstedt: Books on Demand GmbH.

Weißensteiner, C. (2014). *Reputation als Risikofaktor in technologieorientierten Unternehmen. 1. Auflage.* Wiesbaden: Gabler Verlag.

Werdich, M. (Hrsg.). (2011). *FMEA – Einführung. Durch systematische Entwicklung zur übersichtlichen Risikominimierung (inkl. Methoden im Umfeld), 1. Auflage.* Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag | Springer Fachmedien.

Wolke, T. (2008). *Risikomanagement. 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage.* München: Oldenburg Wissenschaftsverlag GmbH.

Anhang



Fehler-Möglichkeits- und Einfluß-Analyse

[X] Produkt-FMEA [ ] Prozess-FMEA

FMEA-Nr.:

Seite

Typ/Model/Fertigung/Charge: System Struktur E-Gas	Sach-Nr.: 453234 Änderungsstand: 1	Verantw.: Klar Firma: Transpa-Rent	Abt.: Datum: 01.04.
System-Nr./Systemelement: Getriebe Primärzahnrad	Sach-Nr.: 5322345 Änderungsstand: 2	Verantw.: Logo Firma: Transpa-Rent	Abt.: Datum: 28.11.

Funktion/Aufgabe: Drehmoment von der Ausgangswelle auf das Sekundärzahnrad übertragen

Mögliche Fehlerfolgen	B	Möglicher Fehler	K	Mögliche Fehlerursachen	Vermeidungs-maßnahmen	A	Entdeckungs-maßnahmen	E	RPZ	V/T
Getriebe Keine Drehmomentüber-tragung vom Stellmotor zur Drosselklappe	10	Primärzahnrad Klemmt auf der Primärzahnradachse		Merkmale des Primärzahn-rads Lagerdurchmesser-toleranzen zu klein ausgelegt	Maßnahmenstand - Entwicklung: 13.06. Auslegung nach Toleranzberechnung auf den Wert +/- 0,1mm Müller, KW 24 abgeschlossen	2	Funktionstest Musterteile Schmidt, KW 25 abgeschlossen	6	120	
>> Drosselklappensteller Luftquerschnitt trotz An-steuerung nicht vergößert	10				Optimierungsmaßnahme		Verschleißanalyse nach Dauerlauf im Temperatur-wechselbetrieb	(2)	(40)	Meier, KW 27 nicht umgesetzt
Getriebe Drehmomentübertragung vom Stellmotor zur Drossel-klappe schwergängig	9			Merkmale des Primärzahn-rads Material mit zu geringer Festigkeit gewählt	Maßnahmenstand - Entwicklung: 13.06. Materialfestigkeit lt. Hersteller empfehlung für Belastungsfall gewählt Müller, KW 24 abgeschlossen	3	Schadteilanalyse nach Dauererlauf mit überhöhter Belastung Schmidt, KW 24 abgeschlossen	1	30	
>> Drosselklappensteller Verstellung Luftquerschnitt hat zu große Hysterese	9				Verwendung von verstärk-tem PP Schmidt, KW 24 abgeschlossen					

B = Bewertungszahl für die Bedeutung
RPZ = Risikoprioritätszahl
A = Bewertungszahl für die Auftretenswahrscheinlichkeit
V = Verantwortlichkeit
E = Bewertungszahl für die Entdeckungswahrscheinlichkeit
T = Termin für die Erledigung

Abbildung 63: Beispiel FMEA-Formblatt zu Produkt FMEA, (Quelle: (VDA, 2009, S. 48)

	Fehler-Möglichkeits- und Einfluß-Analyse ☐ Produkt-FMEA ☒ Prozess-FMEA										**FMEA-Nr.:** **Seite**
Typ/Model/Fertigung/Charge: **Produktion E-Gas-System**					Sach-Nr.: 4567-5567 Änderungsstand: 1		Verantw.: Klar Firma: Transpa-Rent				Abt.: Datum: 29.05.
System-Nr./Systemelement: **Herstellung des Primärzahnrades (Spritzguss) Kunststoff plastifizieren**					Sach-Nr.: 4567 Änderungsstand: 1		Verantw.: Appus Firma: Transpa-Rent				Abt.: Datum: 28.11.
Funktion/Aufgabe: Kunststoff entsprechend Spezifikation SP467 für Spritzvorgang vorbereitet											
Mögliche Fehlerfolgen	B	Möglicher Fehler	K	Mögliche Fehlerursachen	Vermeidungs-maßnahmen	A	Entdeckungs-maßnahmen	E	RPZ	V/T	
AFO: Herstellung des Primärzahnrades im Spritzgussverfahren Klemmt auf der Primärzahnradachse	10	Kunststoff plastifi-zieren Kunststoff für Spritzvorgang unzureichend plastifiziert (zuzäh)		Heizung der Plastifizier-einheit Kunststoff zu wenig erhitzt	Maßnahmenstand - Entwicklung: 13.06.						
					Verwendung einer temperatur-geregelten 2kW Heizspindel Schmidt, KW 24 abgeschlossen	3	Temperaturüberwachung mit optischer Signalisierung am Mischschneckenausgang Müller, KW 24 abgeschlossen	2	60		
Herstellung des Primärzahn-rades im Spritzgussverfahren Primärzahnrad bricht im Bereich Verzahnung	8				Wöchentliche Wartung der Einheit durch Fachpersonal Müller	(2)			(40)	Müller KW 23 nicht umgesetzt	
				Mischschnecke der Plastifiziereinheit Kunststoff ungleichmäßig durchmischt	Maßnahmenstand - Entwicklung: 13.06.						
					Doppelschnecken mit jeweils 0,5 m Mischstrecke Müller, KW 23 abgeschlossen	2	Temperaturüberwachung mit optischer Signalisierung am Mischschneckenausgang Meier, KW 24 abgeschlossen	2	40		
				…… ……..	Maßnahmenstand - Entwicklung: 16.06.						
					…… Schmidt, KW 24 abgeschlossen		……..	1			
B = Bewertungszahl für die Bedeutung			A = Bewertungszahl für die Auftretenswahrscheinlichkeit				E = Bewertungszahl für die Entdeckungswahrscheinlichkeit				
RPZ = Risikoprioritätszahl			V = Verantwortlichkeit				T = Termin für die Erledigung				

Abbildung 64:Abbildung 61: Beispiel FMEA-Formblatt zu Produkt FMEA, (Quelle: (VDA, 2009, S. 62))

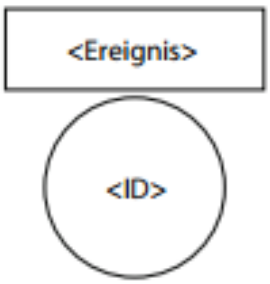
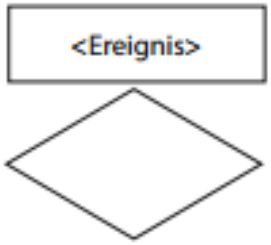
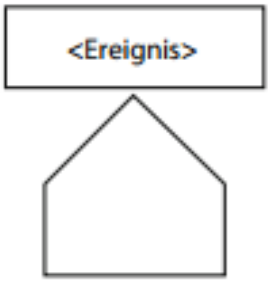
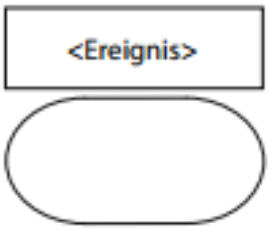
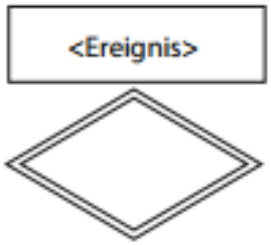
Symbol	Name	Bedeutung
	Ereignisbeschreibung	Beschreibung des Ereignisses, das einen Fehler/ Fehlzustand, System-/Komponentenzustand, eine Bedingung oder Aktion bezeichnet.
	Basisereignis	Elementares Ereignis, das sich nicht weiter entwickeln lässt oder dessen weitere Entwicklung als nicht relevant erachtet wurde.
	Nicht untersuchtes Ereignis	Ereignis, dessen Ursache nicht weiter analysiert wurde oder werden konnte (engl. *undeveloped event*).
	Hausereignis	Ereignis, das einen erwartbaren Zustand beschreibt (also in der Regel keinen Fehler). Dient oftmals als technisches Hilfsmittel, um im Fehlerbaum durch Ein-/Ausschalten gewisse Zustände zu setzen.
	Bedingungsereignis	Ereignis, das eine Bedingung ausdrückt. Meist als Eingang in ein Bedingungsgatter oder PUND-Gatter benutzt (s. a. Tab. 2.2), kann auch zur Kennzeichnung möglicher systematischer Fehler (z. B. von Software) benutzt werden.
	Schlafender Fehler	Fehler mit besonderen Merkmalen, der meist einen schlafenden Fehler beschreibt (engl. *dormant failure*, auch: latenter Fehler).

Abbildung 65:FTA-Symbolik für Ereignisse, (Quelle: (Edler, Soden, & Hankammer, 2015, S. 20))

Symbol	Name	Bedeutung
	ODER-Gatter	Logische VerODERung der Eingangsereignisse
	UND-Gatter	Logische VerUNDung der Eingangsereignisse
n/m	Mehrheitsentscheidungsgatter	Beschreibt eine n-aus-m-mögliche Kombination (engl. *voting gate*)
	XOR-Gatter	Exklusives ODER (d. h. entweder A oder B, aber nicht beide Ereignisse)
	Nicht-Gatter	Verneinung (Inversion) des Eingangsereignisses
	Bedingungsgatter	Gatter mit zusätzlicher Bedingung, die logisch verUNDet wird
	PUND-Gatter	Prioritäts-UND-Gatter, bei dem die Reihenfolge der Eingangsereignisse entscheidend ist
	Transfergatter	Stellt eine Referenz („Link") zu einem Teilbaum her

Abbildung 66:FTA-Symbolik für Gatter, (Quelle: (Edler, Soden, & Hankammer, 2015, S. 23))

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides Statt, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

München, den 21.10.2015

(Unterschrift)