

**Masterarbeit**

**ENTWICKLUNG UND SIMULATION  
EINES DESKRIPTIVEN ENTSCHEIDUNGSMODELLS  
FÜR FAHRZEUGENTWICKLUNGSPROJEKTE**

ausgeführt am



Fachhochschul-Masterstudiengang  
Automatisierungstechnik-Wirtschaft

von

**Jeannine Taucher, MSc, BSc**

1810322009

betreut und begutachtet von

DI Johannes Fritz, BSc

Graz, im November 2019

  
Unterschrift

## EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benützt und die benutzten Quellen wörtlich zitiert sowie inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jeani Toul', is written over a horizontal dotted line.

Unterschrift

## DANKSAGUNG

Zu Beginn möchte ich mich bei meiner Familie und meinem Ehemann für die ununterbrochene Motivation, Hilfe und vor allem für ihr Verständnis bedanken. Durch anregende Diskussionen halfen sie mir Probleme aus einem anderen Blickwinkel zu betrachten und so neue Lösungswege zu finden.

Mein Dank seitens des Unternehmens gilt Herrn Dipl.-Ing. Alexander Gaugl. Die erhaltene Unterstützung hat nicht zuletzt einen wertvollen Beitrag für diese Arbeit geleistet. Aufbauende Worte und positiver Zuspruch waren ebenso wichtig wie die kritische Reflexion der Inhalte dieser Arbeit.

Ebenso herzlich danken möchte ich Herrn DI Johannes Fritz für die wissenschaftliche Betreuung am CAMPUS 02. Durch konstruktiven Input konnte ich sehr viel lernen, aber auch Weiterentwicklungspotenziale für mich selbst entdecken. Regelmäßige Abstimmungen und eine aktive und ehrliche Kommunikation haben ein sehr effizientes und zielgerichtetes Arbeiten ermöglicht. Die detaillierten und raschen Rückmeldungen seitens Hrn. DI Fritz haben die Umsetzung der Arbeit wesentlich vereinfacht und ein sehr angenehmes Arbeitsklima geschaffen.

## **KURZFASSUNG**

Diese Masterarbeit stellt einen funktionsfähigen Prototyp sowie ein Mock-Up für die Sammlung und Abfrage von Problemfällen und kohärenten Problemlösungen in Fahrzeugentwicklungsprojekten vor. Ziel ist es, die Projektarbeit proaktiv zu unterstützen, Fehler in Projekten zu vermeiden sowie einen positiven Projekterfolg zu gewährleisten. Durch die Verwendung der Modelltheorie werden deskriptive Entscheidungsmodelle entwickelt und aussagekräftige Testfälle sorgfältig definiert. Zu diesem Zweck werden wichtige Hintergründe wie das Funktionieren der Automobilindustrie und des Projektmanagements allgemein sowie ausgewählte theoretische Erläuterungen insbesondere zur Modellbildung im Speziellen dargestellt. Das Ergebnis ist ein Konzept zur Umsetzung der theoretischen Erkenntnisse in operativen Projekten. Ein Prozess wird präzise entwickelt und angepasst, um das Wissen im Unternehmen zu lokalisieren. Basierend auf diesem Prozess werden Fragebögen zur Erfassung von Problemfällen in Fahrzeugentwicklungsprojekten erstellt und Feedback für die Entwicklung einer Wissensbasis gesammelt. Ein Microsoft-Excel-basiertes Tool dient als Prototyp für die Ausgabe von Problemlösungen und Entscheidungsmatrizen, aus denen Empfehlungen für Fahrzeugentwicklungsprojekte abgeleitet werden können. Die gestaltete Webanwendung stellt das Modell für die Implementierung in das firmeninterne Netzwerk dar. Abschließende Simulationen ermöglichen das Testen der Funktionen sowie eine kritische Reflexion der Ergebnisse. Durch diese Problemlösung wird ein wichtiger Beitrag zur effizienteren Umsetzung von Fahrzeugentwicklungsprojekten geleistet.

## **ABSTRACT**

This master's thesis presents an operational prototype as well as a mock-up for the collection and retrieval of problem cases and coherent problem solutions in vehicle development projects. The aim is to proactively support the project work, to avoid repetition of errors in projects and to guarantee a positive project success. By using model theory, descriptive decision models are developed and meaningful test cases are defined carefully. For this purpose, important basic information such as the functioning of the automotive industry and project management commonly as well as selected theoretical explanations on model building in particular is demonstrated. The result is a concept for transferring the theoretical findings into operative projects. A process is developed precisely and adopted to locate the knowledge within the company. Based on this process, questionnaires for the collection of problem cases in vehicle development projects are created and feedback for the development of a knowledge base is collected. A Microsoft Excel-based tool serves as a prototype for the output of problem solutions and decision matrices from which recommendations for vehicle development projects can be derived. The designed web application represents the mock-up for implementation into the company's internal network. Final simulations enable the testing of the key functions as well as a critical reflection of the results. Thanks to this problem solution, a tremendous contribution will be made to a more efficient implementation of vehicle development projects.

## INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung.....	4
1.1	Problemstellung .....	5
1.2	Aufgabenstellung .....	6
1.3	Ziel der Arbeit.....	7
1.4	Vorgehensweise .....	7
2	Grundlagen.....	10
2.1	Entstehungsgeschichte des Unternehmens .....	10
2.2	Das Unternehmen heute.....	11
2.3	Trends in der Automobilindustrie .....	14
2.4	Zusammenfassung .....	15
3	Allgemeine Modellbildung und Simulation .....	17
3.1	Methoden der Modellbildung .....	18
3.2	Modellklassen .....	19
3.3	Modellparameter .....	20
3.3.1	Modellzweck .....	21
3.3.2	Abbildungsbreite, -tiefe und -genauigkeit .....	21
3.4	Modellmerkmale.....	21
3.4.1	Anzahl der Zielgrößen und Perioden.....	22
3.4.2	Art der Entscheidungsträger .....	23
3.4.3	Statisches und dynamisches Modell .....	23
3.5	Ausgewählte Modellierungs- und Darstellungstechniken .....	24
3.5.1	Bubble-Charts .....	24
3.5.2	Wirkungsnetze .....	25
3.5.3	Blackbox- und Whitebox-Darstellungen .....	25
3.5.4	Ursache-Wirkungs-Matrizen und Zuordnungsmatrizen .....	25
3.5.5	Flussdiagramme .....	26
3.6	Deskriptive Entscheidungsmodelle.....	26
3.7	Möglichkeiten der Datenmodellierung .....	27
3.8	Zusammenfassung .....	28
4	Projektentwicklung .....	29
4.1	Das Werk Graz Thondorf.....	29
4.2	Projektorganisation der Sparte Engineering.....	30
4.3	Ablauf der Projektentwicklung .....	31
4.4	Rolle der Modellbildung in Bezug auf Projektarbeit.....	33
4.5	Zusammenfassung .....	33
5	Modellierungskonzept .....	34
6	Entwicklung deskriptives Entscheidungsmodell.....	37
6.1	Entwicklung des Ablaufprozesses .....	37
6.1.1	Peer-PREview:.....	37

6.1.1.1	S&Q Meeting .....	38
6.1.1.2	Erstellung einer Projektübersicht.....	38
6.1.1.3	Auswahl der Peers .....	38
6.1.1.4	Peers füllen Fragebogen aus .....	39
6.1.1.5	Konsolidierung der gesammelten Informationen.....	41
6.1.1.6	Komitee Abstimmungsmeeting.....	41
6.1.1.7	Offenlegung und Weitergabe der Dokumente an die Projektleitung .....	41
6.1.1.8	Feedback durch die Projektleitung .....	41
6.1.2	Peer-REview .....	41
6.1.2.1	Projektstart.....	42
6.1.2.2	Bereitstellung eines Problemprotokolls/One Pagers .....	42
6.1.2.3	Auswahl der Peers .....	43
6.1.2.4	Bewertung der Probleme und Maßnahmendefinition.....	43
6.1.2.5	Abstimmungsmeeting .....	43
6.1.2.6	Offenlegung und Weitergabe der Dokumente an die Projektleitung.....	43
6.1.2.7	Tracking der identifizierten Problemthemen und Maßnahmen .....	43
6.2	Entwicklung des Werkzeuges.....	44
6.2.1	Anforderungen an Entscheidungsmodell und Werkzeug .....	44
6.2.1.1	Spezifikationen .....	44
6.2.1.2	Schnittstellen .....	47
6.2.2	Aufbau der Wissensbasis .....	49
6.2.3	Datenmodellierung und Datenvisualisierung .....	49
6.2.3.1	Datenmodellierung .....	50
6.2.3.2	Datenvisualisierung .....	53
6.2.4	Verifizierung und Validierung.....	57
6.2.5	Modellgrenzen .....	59
6.3	Output der Modellentwicklung .....	59
6.4	Kategorie Timing.....	60
6.5	Work Content.....	61
6.6	Change Management .....	62
6.7	Organisation/Resources .....	62
6.8	Reflexion und Feedback .....	64
6.9	Zusammenfassung .....	65
7	Simulation des deskriptiven Entscheidungsmodells .....	67
7.1	Operative Anwendungsfälle.....	67
7.1.1	Projekt Alpha – New Entrant.....	68
7.1.1.1	Rahmenbedingungen und Variablen.....	68
7.1.1.2	Durchführung der Simulation.....	68
7.1.1.3	Auswertung des Simulationsergebnisses.....	70
7.1.2	Projekt Beta – Chassis Development .....	70
7.1.2.1	Rahmenbedingungen und Variablen.....	70
7.1.2.2	Durchführung der Simulation.....	70

7.1.2.3	Auswertung des Simulationsergebnisses.....	73
7.1.3	Projekt Gamma – Electrification .....	73
7.1.3.1	Rahmenbedingungen und Variablen .....	73
7.1.3.2	Durchführung der Simulation.....	73
7.1.3.3	Auswertung des Simulationsergebnisses.....	74
7.2	Verifizierung und Validierung des Prototypwerkzeuges .....	74
7.3	Berücksichtigung des Outputs der Simulationen.....	74
7.4	Simulationsgrenzen .....	75
7.5	Reflexion und Feedback .....	76
7.6	Zusammenfassung .....	76
8	Conclusio und Ausblick .....	78
8.1	Ausgangssituation .....	78
8.2	Lösungsansatz und Ergebnisse.....	78
8.3	Mehrwert deskriptives Entscheidungsmodell .....	79
8.4	Ausblick.....	80
	Literaturverzeichnis .....	82
	Abbildungsverzeichnis.....	84
	Tabellenverzeichnis .....	86
	Abkürzungsverzeichnis.....	87
	Anhang 1: One Pager peer PREview .....	88
	Anhang 2: One Pager Peer REview .....	89
	Anhang 3: Questionnaire peer preview .....	90
	Anhang 4: Questionnaire peer review .....	91
	Anhang 5: Database of identified Problems Status 28.11.2019.....	92
	Anhang 6: VBA Code automatisches Clustern .....	103

## 1 EINLEITUNG

Die *Magna Steyr Fahrzeugtechnik* ist, mittlerweile seit mehr als hundert Jahren, in der Automobilbranche tätig. Neben der Fahrzeug- und Komponentenfertigung ist auch die Fahrzeugentwicklung dieser Branche ein besonders wichtiger Geschäftsbereich und wird durch die Sparte Engineering (*Magna Steyr Engineering*) abgedeckt. Mit mehr als 3 500 Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen weltweit (ca. 1 000 davon in Graz) ist das Engineering hinsichtlich der Gesamtfahrzeugkompetenz sowie dem umfassenden Know-how in den einzelnen Technologien breit aufgestellt. Dank des großen Leistungsportfolios können den Kunden und Kundinnen schlüsselfertige Turnkey-Solutions angeboten werden.

Die einheitliche strategische Ausrichtung wird durch globale Vernetzung der technischen Fachbereiche sowie durch regelmäßigen Informationsaustausch zwischen den einzelnen Engineering-Zentren sichergestellt. Fahrzeugentwicklungsprojekte werden inhaltlich zentral gesteuert, wodurch Kunden und Kundinnen flexibel und agil unterstützt werden können. Um sich veränderten Marktanforderungen anpassen zu können, wurde 2018 ein Joint-Venture-Standort in Marokko gegründet.

Der Fokus des Engineerings liegt schwerpunktmäßig auf einer schlanken Projektabwicklung, aber auch auf der Erweiterung der globalen Kompetenzen in den Bereichen Advanced-Driver-Assistant-Systems (ADAS)-Integration und Validierung, alternative Antriebssysteme, Konnektivität, Human-Machine-Interface (HMI) sowie der Softwareentwicklung. Im Zuge dessen sind ständige Verbesserungen der globalen Zusammenarbeit und Nutzung von Synergien innerhalb der mittlerweile zwölf Engineering-Zentren notwendig. Diese stehen wiederum in direkter Verbindung mit namhaften Original-Equipment-Manufacturer (OEM) weltweit.

Nicht nur traditionelle Fahrzeugproduzenten kooperieren mit dem Engineering, sondern auch sogenannte *New Entrants*. Hierbei handelt es sich um nicht der Automobilindustrie zugehörige Firmen oder kürzlich gegründete Unternehmen, die ihr Interesse bekunden, in die Automobilbranche einzusteigen. Spätestens seit 2017 zeichnet sich ein markanter Anstieg dieser Neukunden und Neukundinnen ab. Für die Sparte Engineering bedeutet dies, potenzielle neue Märkte zu erschließen und innovative Projekte zu starten, es birgt aber auch Risiken hinsichtlich der Liquidität und der Beständigkeit der neuen Marktteilnehmer und somit des Ausbleibens von Zahlungen. Ohne Erfahrungswerte sind diese Faktoren schwer einzuschätzen. Drohende Projektstopps aufgrund der Zahlungsunfähigkeit von Kunden und Kundinnen müssen bei der Planung und Umsetzung von Fahrzeugentwicklungsprojekten ebenso berücksichtigt werden wie bereits bekannte Problemszenarien.

Diese Umstände, aber auch die in der Produktentwicklung gewünschte Variantenvielfalt an Fahrzeugen, erhöhen die Komplexität und erschweren eine effiziente Projektumsetzung. Aus diesem Grund kommt es zu unterschiedlichen Fehlern und Problemen bei der Abwicklung von Projekten. Diese bilden den Ausgangspunkt und die Grundlage der vorliegenden Masterarbeit.

## 1.1 Problemstellung

Aufgrund der großen Anzahl an Projekten, der zunehmenden Komplexität sowie verschiedener globaler Stakeholder (z. B. Kunde/Kundin, Vorstand, Projektleiter/Projektleiterin, Abteilungsleiter/Abteilungsleiterin, Mitarbeiter/Mitarbeiterin, Lieferant/Lieferantin etc.) kommt es zudem zu Problemen im Hinblick auf den Erfahrungs- und Wissensaustausch in der Umsetzung von Fahrzeugentwicklungsprojekten. Des Weiteren sind hohe Fluktuationsraten und ein volatiler Arbeitsmarkt Auslöser für den Verlust von Expertenwissen. Die Lösung von Problemsituationen verläuft im Allgemeinen langsam, da hierarchisch gewachsene Berichtswege eingehalten werden müssen. Durch die Entwicklung eines deskriptiven Entscheidungsmodells, basierend auf einem ebenfalls zu entwerfenden Peer-Review-Prozess (Sammlung von Expertenerfahrungen und -wissen zum Aufbau einer Wissensdatenbank), soll diesem Problem entgegengewirkt werden. Besagtes Modell hat später Einfluss auf alle Ebenen der Projektarbeit und soll Problemlösungen schneller definieren sowie kommunizieren können. Um die vorliegende Problemstellung besser erfassen zu können, wird kurz auf das Prozedere vor Projektbeginn eingegangen.

Bevor ein Fahrzeugentwicklungsprojekt gestartet wird, sendet der OEM Anfrageunterlagen, einen sogenannten *Request for Quotation* (RFQ) an Magna Steyr Engineering (MSE). Dieser wird von einem Angebotsprojektleiter oder von einer Angebotsprojektleiterin bearbeitet und im Anschluss, nach Freigabe durch den Vorstand, wird dem Kunden oder der Kundin ein Angebot übermittelt. Auf die Darstellung der komplexen Zwischenschritte dieses Vorganges soll an dieser Stelle verzichtet werden. Sobald der OEM das erhaltene Angebot akzeptiert, wird der offizielle Projektstart erteilt und ein Projektteam aufgestellt. Dieses arbeitet alle notwendigen Vorgänge und Inhalte ab und hält die jeweiligen Stakeholder über den Projektfortschritt auf dem Laufenden. Im Idealfall sind alle Rahmenbedingungen und *Deliverables*, also die zu erzielenden Ergebnisse, vor Projektstart geklärt und der gegebene Zeitplan inklusive der zugehörigen Meilensteine kann eingehalten werden. Der beschriebene Ablauf stimmt allerdings nicht immer mit der Realität überein. Die folgende Abbildung veranschaulicht den in der Regel stattfindenden Verlauf.

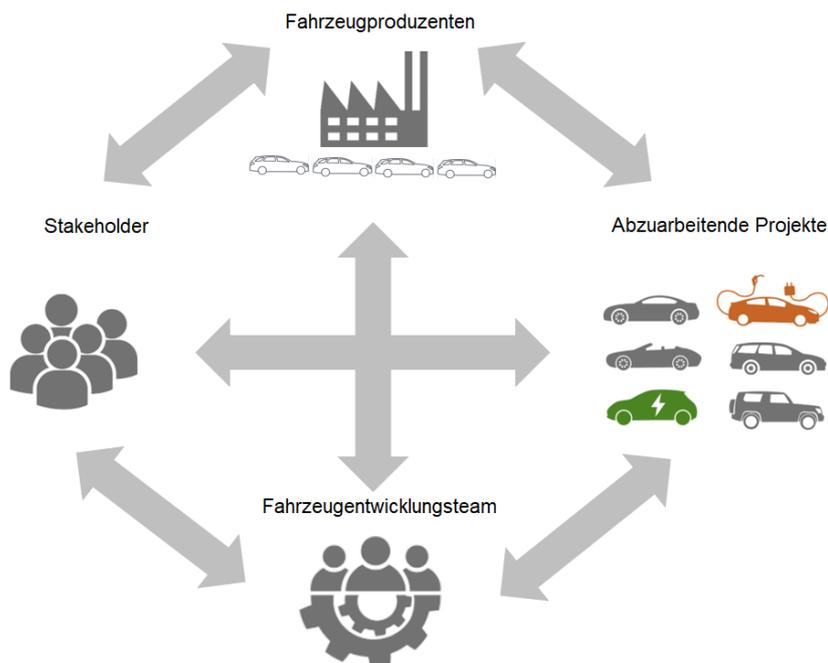


Abb. 1: Problemstellung der Masterarbeit, Quelle: Eigene Darstellung.

Bei Erhalt des Projektauftrages sollten im Regelfall alle Rahmenbedingungen bekannt sein. Oft stehen sie bei Projektstart nicht im Detail fest oder gewünschte Ergebnisse werden während der Projektlaufzeit geändert. Durch die Vielzahl an gewünschten Fahrzeugvarianten erhöht sich die Komplexität hinsichtlich der abzuarbeitenden Inhalte zusätzlich. Verschiedene Anspruchsgruppen müssen regelmäßig über den Projektfortschritt informiert werden. Auch dem Wunsch nach spontanen Statusberichten muss entsprochen werden. Zudem hat jeder Stakeholder unterschiedliche Ansprüche an das Berichtswesen, was wiederum zusätzlichen Aufwand bedeutet.

Unter diesen Voraussetzungen ist es diffizil, einen optimalen Projekterfolg zu gewährleisten. Kommen noch unerwartete Probleme hinzu, zum Beispiel von Kunden und Kundinnen oder Lieferanten und Lieferantinnen verursachte Terminplanänderungen, technische Änderungen am Produkt oder Ressourcenengpässe, wird ein positiver Projektabschluss weiter erschwert beziehungsweise gefährdet.

Aufgrund der jahrelangen Erfahrung in der Automobilbranche hat MSE einige dieser Szenarien durchlaufen. Die Gefahr, dieselben Probleme wieder zu erleben, ist dadurch allerdings nicht gebannt. Demnach bedarf es der Entwicklung eines offiziellen Modells und/oder Prozesses, um nachhaltig aus früheren Problemfällen und Fehlern zu lernen und diesen proaktiv entgegenzutreten. Die folgende Aufgabenstellung beschreibt eine konkrete Idee, wie sich dies in die Praxis umsetzen lässt.

## 1.2 Aufgabenstellung

Die Hauptaufgabe dieser Masterarbeit ist es, einerseits herauszufinden, wie ein Prozess modelliert werden muss, um Verbesserungspotenziale in Projekten strukturiert identifizieren zu können, und andererseits zur proaktiven Qualitätssicherung in Projekten bis zum Projektstart beizutragen. Zusätzlich muss die Behebung kritischer Probleme während laufender Projekte eingebunden werden.

Betroffene Schnittstellen wie die zu den Projektleitern und Projektleiterinnen, Projektteams und dem Management beziehungsweise zu allen Stakeholdern sollen berücksichtigt werden. Es bedarf einer genauen, vorausschauenden Planung und Berücksichtigung aller Variablen, die Einfluss auf den Erfolg eines Fahrzeugentwicklungsprojektes haben können (z. B. Zeitplan, Projektinhalt, Änderungsmanagement, Organisation, Finanzen etc.). Es gilt, einen neuen Prozess zu entwickeln, abzustimmen und basierend darauf ein deskriptives Entscheidungsmodell abzuleiten sowie nachhaltig zu implementieren. Dies soll einerseits durch eine globale Ausrollung und andererseits durch die Einbettung in das Intranet von MSE gewährleistet werden.

Das Entscheidungsmodell soll nicht langfristige Handlungspläne festlegen, sondern mögliche Problemstellungen schon frühzeitig erkennen und durch eine nutzerfreundliche Umsetzung Maßnahmen ableiten. Die Verantwortung für Entscheidungen und deren Konsequenzen muss vom Entscheidungsträger oder der Entscheidungsträgerin getragen werden. Da es sich um komplexe Inhalte handelt, soll das Entscheidungsmodell selbst so einfach wie möglich gehalten werden. Das Ziel dieser Arbeit lässt sich demnach wie folgt definieren.

### **1.3 Ziel der Arbeit**

Ziel ist es, einen weltweit, in allen Engineering-Zentren einsetzbaren Ablaufprozess zum Aufbau einer Wissensbasis sowie ein Werkzeug zu entwickeln, das es ermöglicht, die Projektarbeit proaktiv zu unterstützen und somit den Projekterfolg zu gewährleisten. Hierfür muss im ersten Schritt gemeinsam mit Projektleitern und Projektleiterinnen sowohl aus dem Angebotswesen als auch aus dem Projektmanagementwesen definiert werden, welche Probleme ausschlaggebend für Projektmisserfolge waren. Darauf aufbauend wird im Anschluss eine Methodik entwickelt, wie gesammelte Erkenntnisse genutzt und zugunsten aktueller sowie zukünftiger Projekte eingesetzt werden können. Der Hauptteil beschäftigt sich mit der Sammlung von Wissen und dessen Konservierung und Weitergabe in das operative Projektleben. Nur wenn dies gewährleistet ist, ergibt sich ein wesentlicher Mehrwert für das Unternehmen.

Der gewünschte Sollzustand tritt ein, wenn alle MSE-Zentren über den entwickelten Leitfaden sowie die entsprechenden Werkzeuge verfügen und damit aktiv den Projekterfolg unterstützen. Es wird ein grundsätzliches Rahmenwerk gestaltet, getestet beziehungsweise simuliert und in die operative Projektarbeit überführt. Dafür wird eine Wissensbasis aufgebaut und entsprechend im Unternehmen verortet. Nicht angedacht ist die inhaltliche Plausibilisierung des Wissens, denn es wird davon ausgegangen, dass die Fachexperten und Fachexpertinnen integer und im Sinne des Unternehmens handeln, so, wie es in den offiziellen Firmenrichtlinien vorgegeben ist. Eine vollständige Erfassung aller Problemvariationen, die in einem Projekt auftreten können, ist nicht zielführend beziehungsweise nicht möglich. Die gesamte Thematik besteht aus einem iterativen Prozess. Technologien werden stetig weiterentwickelt, wodurch in Zukunft Schwierigkeiten auftreten, die folglich zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht berücksichtigt werden können.

Ein genereller Mehrwert wird generiert, indem negativen Auswirkungen wie dem Wissensverlust durch Fluktuation der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen entgegengewirkt wird beziehungsweise die Wiederholung in der Vergangenheit aufgetretener Probleme verhindert werden. Der Wissenstransfer innerhalb des Unternehmens und der Abteilungen sowie ein weitreichenderes Verständnis für die Projektarbeit sind positive Nebeneffekte. Des Weiteren unterstützt die Sammlung und Bereitstellung von Expertenwissen die Projektarbeit und der Fahrzeugentwicklungsprozess kann dadurch effizienter und effektiver gestaltet werden. Die Beschreibung der folgenden Vorgehensweise zeigt den Weg, um dieses Ziel zu erreichen.

### **1.4 Vorgehensweise**

Die Vorgehensweise hinsichtlich des theoretischen Teils dieser Arbeit sieht die Top-down-Methode vor. Sie besteht darin, vorherrschende Probleme grob zu strukturieren und bei der Identifizierung von Lösungen zunächst generelle Überlegungen anzustellen. Im weiteren Verlauf werden diese detailliert ausgearbeitet und in ein konkretes Konzept überführt.

Demnach ist es notwendig, sich in der Theorie mit der Modellbildung und all ihren Aspekten zu beschäftigen. Dies beinhaltet die Analyse der möglichen Modellarten, -parameter und -charakteristika wie auch die Erarbeitung der zugehörigen Modellierungs- und Darstellungstechniken.

Zusätzlich muss ein einheitliches Verständnis für die Projektabwicklung bei MSE geschaffen werden. Um dies zu gewährleisten, wird die Projektlandschaft analysiert und der allgemeine interne Ablauf beschrieben.

Der Praxisbezug wird durch Entwicklung und Implementierung eines passenden Werkzeuges sichergestellt. Voraussetzung dafür ist der Aufbau einer entsprechenden Wissensbasis, die es später zu verarbeiten gilt. Mit Hilfe eines Peer-Review-Prozesses wird das benötigte Wissen gesammelt und archiviert. Wissenschaftlich betrachtet handelt es sich hierbei um die inhaltliche Bewertung der beruflichen Arbeit einer Person durch Experten und Expertinnen, die auf dem gleichen Gebiet tätig sind. Der Prozess wird allerdings MSE-gerecht angepasst.

Anschließende Simulationen von Problemszenarien ermöglichen es, diese Szenarien zu testen und gegebenenfalls weiterzuentwickeln sowie zu verbessern. Um den Datenschutz gegenüber den Kunden und Kundinnen von MSE zu gewährleisten, werden generische statt realer Projektnamen verwendet. Um die Praxisnähe nicht zu verlieren, werden sich die zu betrachtenden Problemfälle so nah wie möglich an der Realität orientieren.

Die Entscheidungsmodelle sollen helfen, Probleme weitaus schneller und strukturierter zu lösen. Mit hoher Wahrscheinlichkeit traten bestimmte Probleme bereits in anderen Projekten auf und konnten zufriedenstellend gelöst werden. Da dieses spezifische Wissen aber nur wenigen betroffenen Personen aus dem zugehörigen Projektteam zur Verfügung steht, kann bis dato für andere Projekte kein Nutzen daraus gezogen werden. Durch die Sammlung dieses Wissens und die anschließende Ableitung von Entscheidungsmodellen kann es einer weitaus größeren Empfängergruppe zur Verfügung gestellt werden. Das Ergebnis der Masterarbeit ist ein übergeordnetes deskriptives Entscheidungsmodell und ein Handlungswerkzeug, das auf der Expertise und den Erfahrungen des Unternehmens beziehungsweise seiner Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen beruht.

Am besten geeignet für die Umsetzung der Entscheidungsmodelle sind in diesem Fall matrixähnlich aufgebaute Darstellungsformen. Darin können einerseits der Prozessablauf und andererseits die zugehörigen Entscheidungen dargestellt werden. Zu unterscheiden ist hier zwischen proaktiven Themen vor Projektstart und Themen oder Problemen, die während laufender Projekte auftreten können, zum Beispiel Änderungen der Laufzeit, des Projekthaltens etc. Diese sind getrennt voneinander zu behandeln. Die Entscheidungen hinsichtlich der Laufzeitänderungen oder des Inhaltes werden sich vermutlich ähneln, aber je nachdem, ob dies vor Projektstart oder während der Projektlaufzeit geschieht, wird eine andere Vorgehensweise benötigt. Unter der Prämisse, dass aktuell nicht alle theoretisch möglichen Problemfälle bekannt sind, bildet diese Arbeit einen Grundrahmen beziehungsweise eine Arbeitsbasis für zurzeit bekannte und in Zukunft zu entdeckende Aspekte. Eine Verifizierung des Nutzens wird durch eine detaillierte Feedbackrunde während oder am Ende der Projekte gewährleistet.

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine grafische Zusammenfassung der notwendigen Umsetzungsschritte und gleichzeitig ein erstes grobes Konzept der Masterarbeit mit Start bei der Modellbildung.

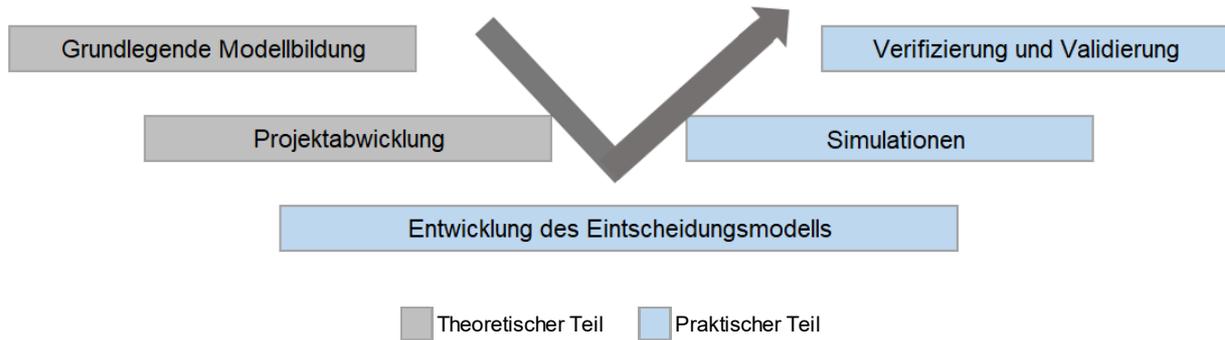


Abb. 2: Grobkonzept der Masterarbeit, Quelle: Eigene Darstellung.

Die Bereiche Modellbildung und Erläuterungen zur Projektentwicklung decken den theoretischen Teil dieser Masterarbeit ab. Der Praxisteil beinhaltet die Entwicklung des Entscheidungsmodells über die Simulationen bis hin zur Verifizierung und Validierung.

Das gesamte erste Kapitel dient der Einleitung und detaillierten Erläuterung der aktuellen Problemstellung im Unternehmen hinsichtlich Erfahrungs- und Wissensaustausch bei der Umsetzung von Fahrzeugentwicklungsprojekten. Die Beschreibung der konkreten Aufgabenstellung beinhaltet einerseits die Relevanz der Berücksichtigung etwaiger Schnittstellen und Stakeholder im Hinblick auf diese Thematik sowie den zu erstellenden proaktiven Problemlösungsansatz für laufende und zukünftige Projekte. Daraus werden das Ziel des Projektes und die konkrete Vorgehensweise zur Zielerreichung abgeleitet. Letztgenannte unterteilt sich in einen theoretischen und praktischen Teil auf. Der Fokus in dieser Arbeit liegt im technischen Bereich, was bedeutet, dass die weiterführenden Inhalte und Definitionen im technischen Kontext zu sehen und zu verstehen sind.

Darauf aufbauend umfassen die beiden nachfolgenden Kapitel 2 und 3 alle grundlegenden theoretischen Themen zur besseren Orientierung und Einfeldung in das Unternehmen und die Branche sowie die Modellbildung und Datenmodellierung im Allgemeinen, aber auch speziell in deskriptiven Entscheidungsmodellen.

## 2 GRUNDLAGEN

Die folgenden Unterkapitel stellen das Unternehmen Magna anhand seiner historischen Entwicklung und dem heutigen Status quo vor. Um das nötige Verständnis für den Automobilmarkt zu erlangen, wird auf die aktuelle Marktsituation und die zukünftigen Trends der Branche eingegangen.

### 2.1 Entstehungsgeschichte des Unternehmens

Die Wurzeln von Magna gehen zurück bis 1899, auf den Automobilpionier Johann Puch, der in diesem Jahr das Werk in Graz gründete. Dessen Unternehmergeist zeigte sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Zu dieser Zeit entwickelte und baute er seinen ersten Motorwagen. Johann Puch gehörte damit zu den Pionieren und zählt zu den Gründervätern der europäischen Automobilindustrie. Mit der serienmäßigen Produktion der Puch-Automobile ab 1906 führte er die Branche zu diesem Zeitpunkt an.

Die folgende Abbildung zeigt die gesamte historische Entwicklung, beginnend von 1864 bis ins Jahr 2016.

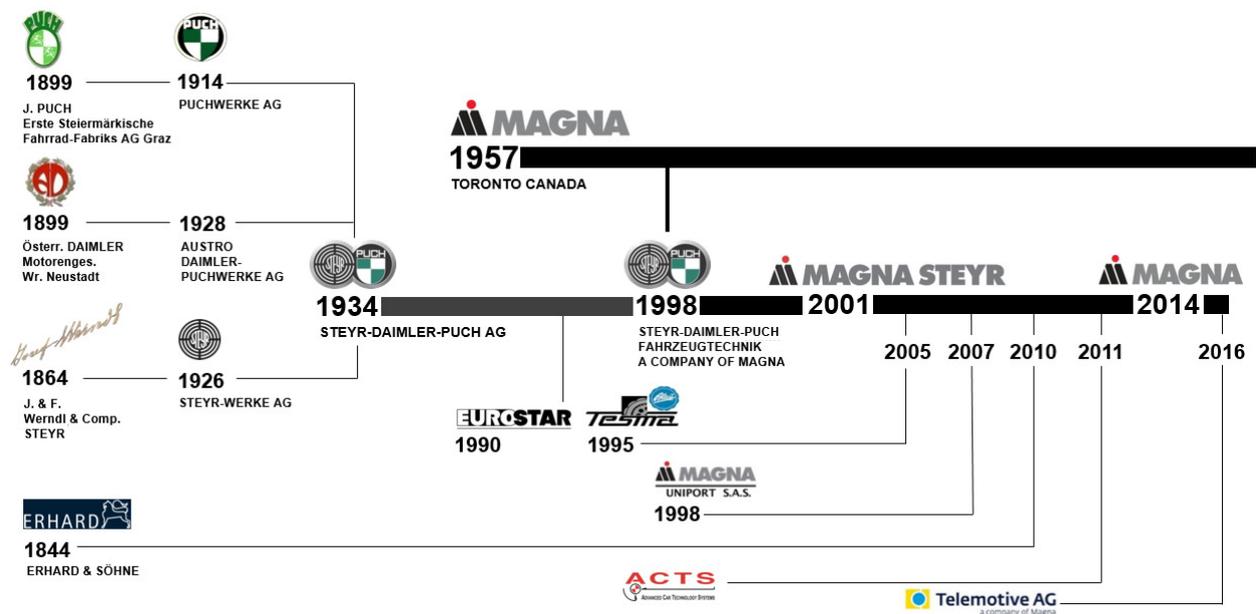


Abb. 3: Unternehmenshistorie, Quelle: Magna Steyr.

Seit dieser Zeit sind in Graz zahlreiche Fahrzeuge wie der Puch 500, der Pinzgauer oder der Haflinger ebenso wie die Modelle Mercedes-Benz G-Klasse, Jeep Grand Cherokee oder BMW X3 von den Bändern gerollt. Zu den aktuellen Fahrzeugen zählen der Jaguar I- und E-Pace, der BMW 5er und 4er sowie die Modellpflege des Mercedes-Benz G. Insgesamt wurden bis dato am Standort Graz über 3,5 Mio. Fahrzeuge, aufgeteilt auf über 25 Modelle, gefertigt.<sup>1</sup>

Die Gesamtfahrzeugfertigung ist heute ein Teilbereich eines international erfolgreichen Unternehmens, das über die Jahre stetig gewachsen ist. Das Unternehmen ist gegenwärtig in vielen unterschiedlichen Bereichen tätig.

<sup>1</sup> Vgl. Magna 1 (2019), Online-Quelle [17.02.2019].

## 2.2 Das Unternehmen heute

Magna ist der meistdiversifizierte Automobilzulieferer der Welt. Das Produkt- und Leistungsspektrum reicht von der Entwicklung und Produktion von technologisch fortgeschrittenen automotiven Systemen, Baugruppen, Modulen und Komponenten bis zur Entwicklung und Fertigung von Gesamtfahrzeugen im Kundenauftrag. Das Unternehmen beschäftigt ca. 173 000 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen an 340 Produktionsstandorten und 89 Produktentwicklungs-, Engineering-, Vertriebszentren in 27 Ländern. Im Jahr 2017 wurde ein Umsatz von 38,9 Milliarden US\$ erreicht.<sup>2</sup>

Die nächste Abbildung zeigt den Aufbau und die aktuelle Managementstruktur des Unternehmens.



Abb. 4: Aufbau und Managementstruktur von Magna, Quelle: Magna Steyr.

Ganz rechts in Abbildung 4 befinden sich der Bereich Gesamtfahrzeug (Complete Vehicles) mit den beiden Sparten Fahrzeugentwicklung (Vehicle-Engineering), folgend Engineering genannt, und die bereits in Kapitel 2.1 erwähnte Fahrzeugfertigung (Vehicle-Manufacturing).

Die Sparte Engineering ist der für diese Arbeit interessante Bereich. Dem Kunden oder der Kundin können Komplettlösungen hinsichtlich der Fahrzeugentwicklung angeboten werden sowie der kompletten Fahrzeugbau und das Komponentengeschäft. Sie handelt im Rahmen des Gesamtunternehmens als unabhängiges Profitcenter mit eigener Akquisition, die regelmäßig mit dem Konzernvertrieb abgestimmt wird. Ziel ist es, Entwicklungsprojekte bis zum komplett entwickelten Fahrzeug durchzuführen. Der Kernpunkt der Akquisitionstätigkeiten geht in Richtung Gesamtfahrzeugentwicklung.

Im Zentrum des Interesses stehen Aufträge traditioneller OEMs wie BMW, VW Group, Daimler AG etc., verbunden mit Fahrzeugproduktionsmöglichkeiten, wobei eine breite Streuung der Kunden und Kundinnen und Fachbereiche angestrebt wird. Ein Stamm fachlich gut ausgebildeter Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen

<sup>2</sup> Vgl. Magna 2 (2019), Online-Quelle [19.02.2019].

kann in allen Fahrzeugbereichen die Projektführung übernehmen. Leihkräfte werden zur Unterstützung eingesetzt. Wie aus der nächsten Abbildung ersichtlich, ist durch die globale Verteilung der Engineering-Center die Nähe zu den wichtigsten Kunden und Kundinnen sowie den entsprechenden Zielmärkten sichergestellt.<sup>3</sup>



Abb. 5: Globale Präsenz Magna Steyr Engineering, Quelle: Magna.

Zur weiteren Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit haben Magna und Altran 2018 ein gemeinsames Engineering-Center in Marokko gegründet. In den letzten Jahren hat sich Marokko zu einem wichtigen exportorientierten Produktionsstandort für internationale Automobilhersteller entwickelt. Das Joint Venture zwischen Magna und *Altran Technologies SA* schafft eine neue Ressource für Ingenieursdienstleistungen im Bereich Fahrzeugtechnik.

Die Magna-Gruppe für Gesamtfahrzeugentwicklung und -produktion und einer der führenden Anbieter von Forschungs- und Entwicklungs(F&E)-Dienstleistungen Altran halten jeweils 50 Prozent an dem Gemeinschaftsunternehmen. Unter dem Namen *MG2* verbindet das Joint Venture mit Sitz in Casablanca, Marokko, das Gesamtfahrzeug-Know-how und die Prozesskompetenz von Magna mit den Stärken von Altran als lokal etabliertem Partner. Zunächst werden rund 500 Ingenieure aus beiden Unternehmen vor Ort für das Joint Venture tätig sein. Marokko liegt 14 km südlich des europäischen Kontinents und ist damit die ideale Basis für die kostengünstige Produktion von europäischen Exportfahrzeugen. Das erklärte Ziel Marokkos ist es, bis 2025 eine Million Fahrzeuge pro Jahr zu bauen. Um dieses Ziel zu erreichen, konnten bereits Automobilhersteller gewonnen und Investitionen in neue Produktionsanlagen vorgenommen werden.<sup>4</sup>

Zusätzlich eröffnete Magna ebenfalls 2018 ein neues Engineering-Center, das zum Joint Venture mit *Beijing Electric Vehicle Co. Ltd (BJEV)* gehört. Das Joint Venture verbindet Magnas Know-how im Bereich Fahrzeugentwicklung mit BJEVs lokaler Stärke für die Entwicklung der nächsten Generation der Elektrofahrzeug-Architektur für den chinesischen Markt. Im neuen Engineering-Center *Magna Blue Sky NEV*

<sup>3</sup> Vgl. Strategie Engineering (2018), S. 2 ff.

<sup>4</sup> Vgl. MAGNA 3 (2019), Online-Quelle [20.02.2019].

*Technology (Zhenjiang) Co., Ltd.* werden ca. 420 Mitarbeiter beschäftigt sein. Die Gründung der Joint Ventures erfolgt darüber hinaus, um weiteren potenziellen Kunden Kapazitäten in der Entwicklung anbieten zu können.<sup>5</sup>

Neben der Einbindung neuer Kooperationspartner zur Neugewinnung von Know-how ist es auch relevant, das bereits vorhandene Wissen aufrechtzuerhalten. Projektpotenzial entsteht, wenn sich Projekte für den OEM nicht rechnen oder nicht genügend Kapazitäten vorhanden sind. Entwicklungskosten sind somit neben der Technologie selbst ein entscheidender Faktor. Der Fokus des Angebotswesens liegt demnach auf Entwicklungsaufträgen mit Führungs- und Fach-Know-how, da durch den Komplettservice höhere Kosten als bei Ingenieurbüros entstehen. Entwickelt werden im Engineering die unterschiedlichsten Fahrzeugvarianten bis zu einem Gesamtgewicht von etwa fünf Tonnen. Zu den angebotenen Dienstleistungen des Engineerings gehören:

- Design- und Fahrzeugkonzepte
- Gesamtfahrzeugentwicklung
- Entwicklung von Modulen und Teilprojekten
- Safety-Engineering
- Versuchsträger, Prototypen, Kleinserienbau
- Hybrid- und Elektrofahrzeuge

Die folgende Abbildung stellt eine Übersicht über die Fachkompetenzen, aufgeteilt auf die jeweiligen Fachbereiche des Engineerings, dar. Die Zahlenwerte wurden zuletzt im April 2018 abgefragt. Die oben erwähnten Joint Ventures sind deshalb in dieser Abbildung noch nicht berücksichtigt.



Abb. 6: Kompetenzübersicht Magna Steyr Engineering, Quelle: Magna Steyr.

Durch Akquisition der *Telemotive AG* im Jahr 2016 gehört der Bereich Electrics/Electronics zu den weltweit größten Fachbereichen des Engineerings.

<sup>5</sup> Vgl. Magna 4 (2019), Online-Quelle [21.02.2019].

Um eine Verbindung zur aktuellen Marktlage zu schaffen, folgt ein Einblick in die aktuellen Trends der Automobilindustrie. Zusätzlich wird dadurch die stetig steigende Komplexität bei Fahrzeugentwicklungsprojekten verdeutlicht.

## 2.3 Trends in der Automobilindustrie

In den letzten Jahren haben sich die Anforderungen an die Automobilindustrie wesentlich verändert. Die immer deutlicher spürbare Globalisierung der Märkte, schnellere technologische Entwicklungen, Forderungen nach verkürzten Produktentwicklungszeiten sowie steigende Ansprüche der Endkunden und Endkundinnen haben zu einem zunehmenden Wettbewerbsdruck, vom OEM bis zu den Zulieferbetrieben, geführt.

Wettbewerbsvorteile generieren jene Unternehmen, die agiler handeln und schneller auf Markt-, Kunden- und Technologieveränderungen reagieren können. Die Faktoren Flexibilität, Agilität und kurze Reaktionszeiten sind wesentliche Wettbewerbsfaktoren. Um als Unternehmen wettbewerbsfähig zu sein und zu bleiben, gilt es, den eigenen Markt beobachten und den sich entwickelnden Trends Beachtung schenken. Laut *McKinsey* haben sich in den letzten Jahren vier technologiegetriebene Trends im Automobilssektor herauskristallisiert:

1. vielfältige Mobilität
2. autonomes Fahren
3. Elektrifizierung
4. Vernetzung

Die meisten Branchenteilnehmer und Experten sind sich einig, dass sich die vier Trends gegenseitig verstärken und beschleunigen werden und dass die Automobilindustrie reif für Störungen ist. Angesichts des weit verbreiteten Verständnisses, dass bereits jetzt gravierende Störungen in Sichtweite sind, gibt es immer noch keine integrierte Perspektive, wie die Branche aufgrund dieser Trends in zehn bis fünfzehn Jahren aussehen wird.<sup>6</sup>

Eine Studie, veröffentlicht von *Strategy& by PricewaterhouseCoopers*, sagt der Automobilindustrie eine Revolution voraus. Speziell das Thema Mobilität soll sich bis 2030 einem Wandel unterziehen. Für Fahrzeugproduzenten, gilt es zu berücksichtigen, dass sich der Markt in massenmarktaugliche, weitgehend schnörkellose *Cars on Demand*, die je Fahrt gemietet werden, und maßgeschneiderte Fahrzeuge für diejenigen, die noch mit dem eigenen Fahrzeug fahren, spalten wird. Für die Herstellung beider Fahrzeugtypen wird, in Abhängigkeit der Produktionszahlen, ein ökonomisch sinnvoller Automatisierungsgrad erforderlich sein.<sup>7</sup>

Der Konzern *Royal Dutch Shell* beschäftigt sich mit Automobilszenarien, deren Prognosen noch weiter in die Zukunft, nämlich bis 2040, reichen. Die Inhalte und Ergebnisse sind allerdings dieselben. Autonomes Fahren, ebenso Nutzungsformen wie *Carsharing* und andere, neue Mobilitätsdienstleistungen werden von

---

<sup>6</sup> Vgl. McKinsey's (2019), Online-Quelle [18.02.2019].

<sup>7</sup> Vgl. Strategy& (2019), Online-Quelle [11.09.2019].

den Kunden und Kundinnen gefordert werden. Das Ende des Automobilzeitalters ist demnach noch nicht erreicht, denn wirtschaftlich sind Fahrzeuge für alle Stakeholder sowie volkswirtschaftlich für Arbeitsplätze und Einkommen von großer Bedeutung. Technisch gesehen ist das Automobil schon weit entwickelt, aber das Ende an Potenzialen ist noch nicht erreicht.<sup>8</sup>

Niemand kann die Zukunft der Branche mit Sicherheit vorhersagen. Etablierte Automobilproduzenten können jedoch jetzt strategische Schritte setzen, um die Entwicklung der Branche zu gestalten. Auch die Vorentwicklung beschäftigt sich ausgiebig mit diesen Themen. Die folgende Abbildung zeigt, die für Magna identifizierten Megatrends, die unter anderem auch in der McKinsey-Studie wiederzufinden sind.



Abb. 7: Magna-Megatrends, Quelle: Magna Steyr.

Die Kategorie *Smarter* beschäftigt sich mit Themen wie Digitalisierung bis hin zu einem kontinuierlichen Produktentstehungsprozess, von der virtuellen Entwicklung bis zur intelligenten Fertigung. *Cleaner* bedeutet Integration alternativer Antriebskonzepte zur Erreichung globaler CO<sub>2</sub>-Ziele. Integrations- und Validierungsansätze für ADAS ermöglichen automatisiertes Fahren. Dies steht im Fokus des Schwerpunktes *Safer*. Der Punkt *Lighter* hat die Erforschung neuer Leichtbauwerkstoffe und Fügetechnologien sowie die Entwicklung von Leichtbaukonzepten zur Aufgabe. Der fünfte und letzte Megatrend betrifft *Affordable*. Hier steht die Entwicklung- und Produktionseffizienz hinsichtlich der Erarbeitung neuer Fahrzeug- und Mobilitätskonzepte mit seriennahen Fertigungslösungen im Mittelpunkt.<sup>9</sup>

## 2.4 Zusammenfassung

Trendentwicklungen zu beobachten und in Projekten zu berücksichtigen, ist in jeder Branche notwendig, denn werden diese nicht berücksichtigt können nachträgliche Anpassungen zu Problemen führen. Zur Lösung von Problemstellungen ist es generell von Vorteil, das Umfeld zu kennen und daraus Rahmenbedingungen abzuleiten. Der in Kapitel 2 zusammengefasste Überblick – von der Entstehungsgeschichte des

<sup>8</sup> Vgl. Shell (2018), Online-Quelle [01.09.2019].

<sup>9</sup> Vgl. Magna 5 (2019), Online-Quelle [25.02.2019].

Unternehmens über die Beschreibung der Tätigkeitsfelder der relevanten Sparte Engineering bis zur Betrachtung der zukünftigen Marktentwicklung – bildet den Grundstein dafür. Um eine optimale Lösung bei der später folgenden Modellbildung zu gewährleisten, ist es notwendig, die historisch gewachsenen Strukturen zu kennen. Auch das Wissen über die zu berücksichtigenden Fachbereiche und Berichtslinien im Engineering sowie die Funktionsweise und den Aufbau des heutigen Unternehmens ist unerlässlich. Zudem birgt die Einbindung der neu gegründeten Joint Ventures zusätzliche Herausforderungen, denn kulturelle und sprachliche Unterschiede stellen besondere Ansprüche an das Projektmanagement. Daraus ergeben sich viele unterschiedliche Einflussfaktoren, die bei der Modellbildung und Simulation berücksichtigt werden müssen. Im nächsten Kapitel folgt eine Beschreibung der entsprechenden begrifflichen Grundlagen.

### 3 ALLGEMEINE MODELLBILDUNG UND SIMULATION

Der Modellbegriff lässt sich aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachten. In der Automatisierungstechnik stellt Modellbildung die zentrale Methode dar. Automatisierungssysteme sind komplexe technische Einrichtungen, die es erlauben, zugehörige Prozesse selbsttätig und zielgerichtet ablaufen zu lassen. Die Allgemeingültigkeit dieser Formulierung zeigt gleichzeitig die größte Problematik von Automatisierungssystemen auf, nämlich die Komplexität. Modelle werden in diesem Kontext eingesetzt, um umfassende und möglicherweise schwierige Problemstellungen zu abstrahieren und diese aus der Praxis in eine vereinfachte, trivialere Version der Realität zu überführen. Aus der Stellung der Modelle in einem modernen industriellen Entwicklungsprozess ergibt sich eine Reihe von Anforderungen, die diese erfüllen müssen. Sie resultieren aus zahlreichen divergierenden Betrachtungsperspektiven und Erwartungshaltungen gegenüber Modellen als Kommunikationsmittel. Folgende Betrachtungsperspektiven können nach dem beteiligten Personenkreis beziehungsweise nach den unterschiedlichen Voraussetzungen definiert werden.<sup>10</sup>

Aspekt Personenkreise:

- Kunde/Auftraggeber
- Entwickler/Hersteller/Zulieferer
- Prüfer/Gutachter/Typisierer
- Betreiber
- Anwender/Nutzer

Aspekt Voraussetzungen:

- aus Methodensicht – nach welcher Vorgehensweise
- aus Werkzeugsicht – welche Hilfsmittel
- aus Sicht des Beschreibungsmittels – wie werden Sachverhalte dargestellt
- aus Sicht des Implementierungsmittels – welche Realisierungsmittel

Ein zentraler Punkt in der Modellbildung betrifft unter anderem den Empfängerkreis. Relevant ist, ob das Modell Kommunikationszwecke innerhalb der Firma erfüllt oder ob es für einen externen Auftraggeber oder eine externe Auftraggeberin benötigt wird. Dient es der Kommunikation eigener, privater Gedanken, gelten andere Anforderungen als bei offiziellen Dokumenten. Neben den Adressaten muss geklärt werden, was mit dem Modell dargestellt werden soll. Sind ein bestimmter Gegenstand und seine räumliche Erscheinung zu definieren oder soll im Gegenteil ein Sachverhalt in Form eines Istzustandes dargelegt werden oder gilt es, in eine andere Richtung zu gehen und spezielle Prozessverläufe zu bearbeiten.<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> Vgl. Schnieder (1999), S. 39 ff.

<sup>11</sup> Vgl. Wagner (1988), S. 9 ff.

Auch an Simulationen werden, je nach Situation, unterschiedliche Ansprüche gestellt. Der Begriff *Simulation* bedeutet hier das Herausarbeiten oder Nachahmen einer tatsächlichen oder wahrscheinlichen realen Lebenssituation, eines Ereignisses oder einer Situation, um die Ursache für ein vergangenes Ereignis zu finden oder zukünftige Auswirkungen von angenommenen Umständen oder Faktoren vorherzusagen.<sup>12</sup>

Eine Simulation kann durchgeführt werden durch:

- Lösen eines Gleichungssatzes – ein mathematisches Modell,
- Konstruieren eines physikalischen Modells,
- inszenierte Proben,
- Spiele (z. B. Kriegsspiele)
- oder ein Computergrafikmodell (z. B. ein animiertes Flussdiagramm).

Simulationen sind nützliche Werkzeuge, die Experimente ohne Risiko ermöglichen, gleichzeitig aber auch grobe Vereinfachungen der Realität. Sie berücksichtigen nur einige, nicht alle realen Faktoren und diese nur so gut, wie die ihnen zugrunde liegenden Annahmen sind. Diese Aspekte dürfen beim Arbeiten mit Modellen beziehungsweise beim Durchführen von Simulationen niemals außer Acht gelassen werden. Auf konkrete Simulationsbeispiele wird in Kapitel 7 eingegangen. An dieser Stelle werden deshalb weitere Gesichtspunkte der Modellbildung in allgemeiner Form erläutert. Ab Kapitel 4.4 werden alle Aspekte im Detail auf das zu betrachtende Modell dieser Arbeit übertragen.

### 3.1 Methoden der Modellbildung

Im Kontext der Fahrzeugindustrie tauchen in der Literatur zum Thema Methoden zur Modellbildung immer wieder die Begriffe *Induktion* und *Deduktion* auf. Ein synonyme Begriff für die Deduktion in diesem Zusammenhang ist *Top-down-Ansatz*. Dabei wird von einem abstrakten Bereich ausgegangen und in konkrete Gebiete vorgedrungen. Eine Verfeinerung bis zum Endergebnis wird Schritt für Schritt durchgeführt, ohne aber das Gesamtsystem zu verändern. Mit der Modellierung kann in diesem Fall erst begonnen werden, wenn das System vollständig beschrieben wurde.<sup>13</sup>

Die nächste Abbildung verdeutlicht dies am Beispiel eines Gesamtfahrzeuges (System Automobil).

---

<sup>12</sup> Vgl. Business Dictionary (2019), Online-Quelle [23.03.2019].

<sup>13</sup> Vgl. Adamski (2014), S. 26 ff.

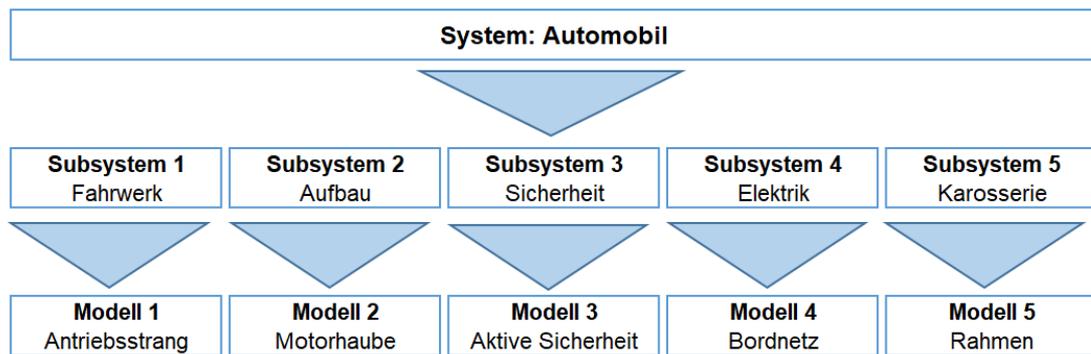


Abb. 8: Ausschnitt aus dem Gesamtsystem Fahrzeug – Top-down-Darstellung, Quelle: Eigene Darstellung.

Das Gegenstück dazu ist die Induktion oder auch Bottom-up-Methode. Zu Beginn werden unspezifische Basiskomponenten erzeugt, die auch unter allgemeinen Anfangsbedingungen Gültigkeit finden. Daraus ergibt sich eine Art Baukasten, mit dessen Hilfe wiederum ein Gesamtsystem gebildet werden kann.<sup>14</sup>

Die folgende Abbildung soll den Unterschied zwischen Induktion und Deduktion noch einmal verdeutlichen.

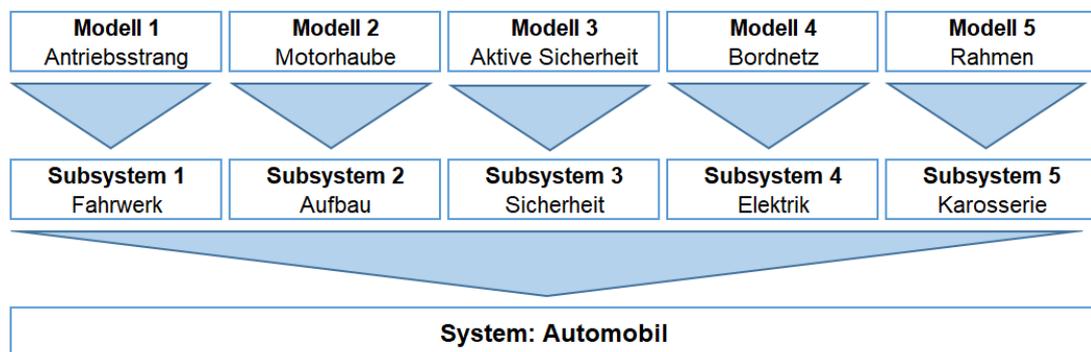


Abb. 9: Ausschnitt aus dem Gesamtsystem Fahrzeug – Bottom-up-Darstellung, Quelle: Eigene Darstellung.

Dabei gilt es nicht nur im Hinblick auf die Methoden der Modellbildung, sondern auch hinsichtlich der Modellklassen zu differenzieren.

### 3.2 Modellklassen

Zwei Hauptklassen von Modellen können unterschieden werden. Die erste Klasse umfasst sogenannte physikalische Modelle, die eine Beschreibung des Systemverhaltens über Ersatzmodelle enthalten. Dabei werden physikalische Gesetze idealisiert. Es wird versucht, das Verhalten eines bestimmten Subsystems vereinfacht zu beschreiben, und Systemparameter müssen durch Messungen an realen Systemen ermittelt werden. Die zweite Klasse beinhaltet empirische Modelle, auch Verhaltensmodelle genannt. Sie bilden somit nicht physikalische Bestandteile von Systemen ab, sondern deren Verhalten. Diese Modellklasse kommt zum Einsatz, wenn physikalische Parameter keine Rolle spielen.<sup>15</sup>

<sup>14</sup> Vgl. Adamski (2014), S. 27 ff.

<sup>15</sup> Vgl. Adamski (2014), S. 28 ff.

Die folgende Tabelle zeigt eine Auswahl der wichtigsten Eigenschaften von physikalischen Modellen und Verhaltensmodellen.

<b>Physikalische Modelle</b>	<b>Verhaltensmodelle</b>
Die Modellstruktur folgt aus Naturgesetzen.	Die Modellstruktur muss angenommen werden.
Die Beschreibung des Verhaltens von inneren Zustandsgrößen und des Ein-/Ausgangsverhaltens.	Es wird nur das Ein-/Ausgangsverhalten identifiziert.
Die Modellparameter werden als Funktion von Systemgrößen angegeben.	Die Modellparameter sind reine Zahlenwerte, die i. A. keinen Zusammenhang mit den physikalischen Systemgrößen erkennen lassen.
Das Modell gilt für eine ganze Klasse eines Prozessstyps und für verschiedenen Betriebszustände. Viele Prozessgrößen sind aber oft nur ungenau bekannt.	Das Modell gilt nur für den untersuchten Prozess für einen bestimmten Zustand. Dafür kann es dieses Verhalten relativ genau beschreiben.
Das Modell kann auch für ein nicht existierendes System gebildet werden.	Das Modell kann nur für ein existierendes System gebildet werden.
Die wesentlichen internen Vorgänge des Systems müssen bekannt und mathematisch beschreibbar sein.	Innere Vorgänge des Systems müssen nicht bekannt sein.
-	Da Identifikationsmethoden unabhängig vom einzelnen System sind, kann ein einmal aufgestelltes Identifikations-Softwareprogramm für viele verschiedene Systeme verwendet werden.
Meist großer Zeitaufwand erforderlich.	Meist relativ kleiner Zeitaufwand erforderlich.

Tab. 1: Physikalische Modelle und Verhaltensmodelle im Vergleich, Quelle: Simulation in der Fahrwerktechnik (2014), S.25.

Das Thema Verhaltensmodelle wird etwas später in der Masterarbeit noch weiter Anwendung finden.

Nach der Beschäftigung mit den Methoden der Modellbildung und den Modellklassen gilt es, zusätzlich alle relevanten Modellparameter zu erarbeiten.

### 3.3 Modellparameter

Zu den wichtigsten Modellparametern zählen der Zweck des Modells, dessen Abbildungsbreite und -tiefe sowie die Abbildungsgenauigkeit.

### 3.3.1 Modellzweck

Modelle werden auf der Basis von Funktions-, Struktur- oder Verhaltensähnlichkeiten bzw. -analogien zu einem Original für Problemlösungen verwendet, deren Durchführung am Original nicht möglich oder zu aufwendig wäre. Ein Modell wird somit auch Abstraktion des Originals genannt.<sup>16</sup>

Modelle werden erstellt, um verschiedenste Fälle der Realität nachbilden zu können. Man nutzt sie zum Bearbeiten, Veranschaulichen, Erklären und Beurteilen unterschiedlichster komplexer Phänomene. Ein Modell dient aber nicht nur dazu, existierende Objekte zu beschreiben und zu verstehen, sondern auch dazu, neue Objekte zu entwerfen und ihre zukünftigen Eigenschaften vorherzusagen. Allerdings erfassen Modelle nicht alle Attribute des durch sie repräsentierten Originals, sondern nur jene, die den jeweiligen Anspruchsgruppen relevant erscheinen. Demnach wird jeder Modellzweck individuell formuliert und gestaltet. Ebenso verhält es sich mit der Abbildungstiefe und -breite von Modellen.

### 3.3.2 Abbildungsbreite, -tiefe und -genauigkeit

Welche Einflussfaktoren von außen auf das Modell wirken und welche grundsätzlichen Aspekte zu berücksichtigen sind, muss genau analysiert und definiert werden.

Der Begriff der Hierarchie ist in diesem Zusammenhang ein wesentlicher Bestandteil. Eine Hierarchie ist ein System der Über- beziehungsweise Unterordnung zwischen organisatorischen Einheiten. Bei einer gegebenen Anzahl von Einheiten ist die Hierarchie umso steiler (flacher), je höher (niedriger) die Zahl der jeweiligen Ebenen ist.<sup>17</sup>

Demnach kann die Hierarchie auch in der Modellbildung flacher oder steiler ausgestaltet sein. Im Zentrum steht die Frage, wie viele Hierarchiestufen im späteren Modell Berücksichtigung finden werden und wie der zugehörige Detaillierungsgrad aussieht.

Neben den bereits genannten Parametern gilt es, einige typische Charakteristika von Modellen zu definieren.

## 3.4 Modellmerkmale

Die wesentlichen in der Literatur identifizierten Merkmale lassen sich in die folgenden drei Gruppen einteilen:

- **Abbildungsmerkmal:** „Modelle sind stets Modelle von etwas, nämlich Abbildungen, Repräsentationen natürlicher oder künstlicher Originale, die selbst wieder Modelle sein können.“<sup>18</sup>

---

<sup>16</sup> Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon (2019), Online-Quelle [03.03.2019].

<sup>17</sup> Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon (2019), Online-Quelle [03.03.2019].

<sup>18</sup> Stackowiak 1 (1973), S. 131 ff.

- Verkürzungsmerkmal: „Modelle erfassen im Allgemeinen nicht alle Attribute des durch sie repräsentierten Originals, sondern nur solche, die den jeweiligen Modellerschaffern und Modellerschafferinnen und/oder Modellbenutzern und Modellbenutzerinnen relevant erscheinen.“<sup>19</sup>
- Pragmatisches Merkmal: „Modelle sind ihren Originalen nicht per se eindeutig zugeordnet. Sie erfüllen eine Ersetzungsfunktion für bestimmte Subjekte, innerhalb bestimmter Zeitintervalle und unter Einschränkung auf bestimmte gedankliche oder tatsächliche Operationen.“<sup>20</sup>

Diese typischen Charakteristika müssen bei der Bildung eines Modells unbedingt Berücksichtigung finden. Dasselbe gilt für die konkrete Zielsetzung. Es kann durchaus vorkommen, dass im Rahmen von Modellen mehrere Zielsetzungen gleichzeitig betrachtet werden sollen. Wie in der Praxis damit umzugehen ist, wird unter dem nachfolgenden Punkt geklärt.

### 3.4.1 Anzahl der Zielgrößen und Perioden

Grundsätzlich können bei der Lösung von Problemen mehrere Ziele gleichzeitig verfolgt werden. In der Literatur lassen sich für Entscheidungsprobleme drei unterschiedliche Gründe hierfür beschreiben:<sup>21</sup>

1. Ein Entscheider oder eine Entscheiderin orientiert sich in der Regel schon von vornherein an mehreren Zielen.
2. Entscheider beziehungsweise Entscheiderinnen orientieren sich zwar nur an einer einzelnen Zielgröße, diese kann jedoch operational nicht gemessen werden, sodass das Entscheidungsproblem ersatzweise über mehrere Zielgrößen formuliert werden muss.
3. Es besteht zwar eine übergeordnete Zielgröße, diese wird jedoch aus formalen Gründen durch mehrere Zielgrößen ersetzt, um die Formulierung einfacherer Entscheidungsmodelle zu ermöglichen.

Daraus lässt sich ableiten, dass zumeist mehr Zielgrößen als nur eine existieren. Die genaue Anzahl hängt allerdings vom individuellen Entscheidungsproblem ab. Bezüglich der Anzahl an Perioden kann hingegen eindeutig zwischen ein- und mehrperiodigen Entscheidungsmodellen differenziert werden.

Erstere dienen der Auswahl einer Alternative innerhalb einer Periode. Die Koordination von Einzelaktionen wird in zeitlicher Hinsicht allerdings nicht berücksichtigt. Oft wird von der Annahme ausgegangen, dass die gewählte Alternative zu Beginn einer Periode umgesetzt wird, wobei das Ergebnis dieser Periode am Ende eingestellt wird. Mehrperiodige Modelle hingegen berücksichtigen die zeitlichen Unterschiede zwischen gegenwärtigen und zukünftigen Aktionen und stimmen die Maßnahmen verschiedener Zeitpunkte aufeinander ab.<sup>22</sup> Gilt es in der Praxis zeitliche Abhängigkeiten zu berücksichtigen, handelt es sich automatisch um ein mehrperiodisches Entscheidungsmodell.

---

<sup>19</sup> Stachowiak 2 (1973), S. 131 ff.

<sup>20</sup> Stachowiak 3 (1973), S. 131 ff.

<sup>21</sup> Vgl. Laux (2012), S. 46 ff.

<sup>22</sup> Vgl. Laux (2012), S. 54.

Nach der Anzahl der Personen lässt sich ebenfalls zwischen mehreren Kategorien unterscheiden.

### **3.4.2 Art der Entscheidungsträger**

Die Art des Entscheidungsträgers differenziert zwischen dem Entscheidungsträger beziehungsweise der Entscheidungsträgerin als Individuum oder als Gremium.

Werden Entscheidungen von Individuen getroffen, so gestaltet sich die Modellierung etwas einfacher als bei Entscheidungen durch Gremien. In Gremien existieren oft unterschiedliche Rollen der Beteiligten, unterschiedliche Informationsstände, unterschiedliche Kompetenzen der Informationsverarbeitung und konkurrierende Zielbewertungen. Auswirkungen auf Entscheidungen sind gegeben durch das Verhältnis der Gremienmitglieder, die funktionale Organisation des Gremiums und den zeitlichen Ablauf der Entscheidungsfindung. Gleichberechtigte Entscheider und Entscheiderinnen eines Gremiums mit gemeinsamen Interessen können beispielsweise Koalitionen bilden, um Entscheidungen gegen andere Mitglieder des Gremiums durchzusetzen.<sup>23</sup>

Neben den bisher betrachteten Merkmalen gibt es noch ein wesentliches Charakteristikum hinsichtlich des Zeitfaktors, nämlich jenes der statischen und dynamischen Modelle.

### **3.4.3 Statisches und dynamisches Modell**

Statische Entscheidungsmodelle beziehen sich in der Regel auf eine ganz bestimmte Zeitperiode. Der Zeitfaktor als Variable bleibt bei diesen Modellen vollkommen unberücksichtigt, kann jedoch als Konstante auftreten. Statische Entscheidungsmodelle finden demnach nur Anwendung, wenn mit der Zeit ablaufende Änderungen des Originals keinen Einfluss auf das zu untersuchende Problem haben. Die Entscheidungsparameter sind bei diesem Modell somit zeitunabhängig.

Dynamische Modelle hingegen berücksichtigen zeitliche Veränderungen am Original. Das bedeutet, es muss zumindest einer der Entscheidungsparameter zeitabhängig sein, und somit tritt der Zeitfaktor als Variable auf. Anders ausgedrückt, werden dynamische Modelle dann eingesetzt, wenn es gilt, Entscheidungen sequenziell abzuarbeiten, und wenn die zu fällenden Entscheidungen zusätzlich in Abhängigkeit zueinander stehen. Bei statischen Modellen hingegen ist dies nicht der Fall. Sie kommen demnach zum Einsatz, wenn die zu treffenden Entscheidungen keinen Einfluss auf nachfolgende Entscheidungen haben.<sup>24</sup>

Nach der Betrachtung der für diese Arbeit relevanten Modellparameter befasst sich das nächste Kapitel mit den unterschiedlichen Darstellungstechniken in der Modellbildung.

---

<sup>23</sup> Vgl. Decker (2015), S. 17.

<sup>24</sup> Vgl. Argyris (1977), S. 26.

## 3.5 Ausgewählte Modellierungs- und Darstellungstechniken

Die Modellierungstechnik ist ein operationalisierter Ansatz zur Modellerstellung und dadurch konkret messbar und umsetzbar. Sie beinhaltet eine Sprachdefinition und eine Handlungsanleitung. Die Handlungsanleitung bestimmt Regeln, wie die in der Sprachdefinition festgelegten Mittel im Zuge der Modellierung zu verwenden sind. Die Sprachdefinition selbst enthält einen konzeptionellen und einen repräsentationalen Aspekt. Der konzeptionelle Aspekt legt die in der Sprache zur Verfügung stehenden Sprachelemente und ihre Beziehungen fest. Des Weiteren werden die Bedeutung der Elemente und ihre Beziehungen zueinander definiert. Der repräsentationale Aspekt ordnet den Sprachelementen und ihren Beziehungen Darstellungsformen zu. Typische Umsetzungsmöglichkeiten sind unter anderem das Entity-Relationship-, das Petri-Netz-, das Datenfluss- oder das Zustandsübergangsmodell. Ein Entity-Relationship-Modell ist eine grafische Veranschaulichung eines Informationssystems, die die Beziehungen zwischen Personen, Objekten, Orten, Konzepten oder Ereignissen innerhalb dieses Systems darstellt. Es handelt sich um eine Datenmodellierungstechnik, die bei der Definition von Geschäftsprozessen helfen kann und als Grundlage für eine relationale Datenbank dient. Petri-Netze sind ein Basismodell für parallele und verteilte Systeme. Im Zentrum steht dabei die Beschreibung von Zustandsänderungen in einem System mit Übergängen. Ein Datenflussmodell ist eine schematische Darstellung des Informationsflusses und -austausches innerhalb eines Systems. Datenflussmodelle werden verwendet, um den Datenfluss in einem Informationssystem grafisch darzustellen. Sie beschreiben die Prozesse, die bei der Datenübertragung von der Eingabe in die Dateiablage und der Berichtserstellung ablaufen. Zustands- und Übergangsmodelle werden verwendet, um Informationen über Veränderungen des Ökosystems zu organisieren und zu kommunizieren, insbesondere die Auswirkungen auf das Management.<sup>25</sup>

Die Darstellungstechnik umfasst, wie der Name schon vermuten lässt, die entsprechende grafische Umsetzung. Je nach Modellart gibt es zahlreiche Varianten der bildlichen Veranschaulichung. Folgend werden nur die geläufigsten Möglichkeiten erläutert.

### 3.5.1 Bubble-Charts

Bubble-Charts sind multivariable Diagramme. Wie bei Streudiagrammen wird ein kartesisches Koordinatensystem verwendet, um Punkte entlang eines Gitters darzustellen, bei dem die X- und die Y-Achse separate Variablen sind. Jeder Punkt enthält eine Bezeichnung oder Kategorie (entweder neben oder auf einer Legende). Jeder aufgetragene Punkt stellt dann eine dritte Variable durch die Fläche seines Kreises dar. Farben können auch zur Unterscheidung von Kategorien oder zur Darstellung einer zusätzlichen Datenvariablen verwendet werden. Die Zeit kann entweder als Variable auf einer der Achsen angezeigt werden oder durch Animieren der Datenvariablen, die sich im Laufe der Zeit ändern.

Bubble-Charts werden typischerweise verwendet, um die Beziehungen zwischen kategorisierten Kreisen durch Positionierung und Proportionen zu vergleichen und darzustellen. Das Gesamtbild der Bubble-Charts kann zur Analyse von Mustern oder Korrelationen verwendet werden.<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> Vgl. Wirtschaftslexikon (2019), Online-Quelle [03.03.2019].

<sup>26</sup> Vgl. Dataviz Catalogue (2019), Online-Quelle [03.03.2019].

### 3.5.2 Wirkungsnetze

Wirkungsnetze werden für die Dokumentation und Darstellung von Abhängigkeiten zwischen unterschiedlichen Anforderungen eingesetzt. Zusammenhänge können dadurch grafisch deutlich gemacht werden. Sie bringen den Nutzen, kleine Ausschnitte aus komplexen Systemen herauszufiltern und so leichter zu verstehen. Zusätzlich kann das Bild des Wirkungsnetzes verwendet werden, um den entsprechenden Stakeholdern Zusammenhänge innerhalb eines bestimmten Ausschnittes zu erklären und deren Inputs als Schritte zur Verbesserung einzubinden. Des Weiteren lassen sich Hypothesen über zukünftige Entwicklungen ableiten, indem bei den jeweiligen Einflussfaktoren Verbesserungsmaßnahmen umgesetzt werden. Die Anzahl von Einflussfaktoren in einem Wirkungsnetz ist grundsätzlich nicht beschränkt. Mit steigender Anzahl kann dieses allerdings schnell unübersichtlich und demnach weniger aussagekräftig werden.<sup>27</sup>

### 3.5.3 Blackbox- und Whitebox-Darstellungen

Diese Begrifflichkeiten stammen ursprünglich aus der Softwarebranche. Bei Black-Box-Tests handelt es sich um eine Methode, bei der die interne Struktur, das Design und die Implementierung des zu testenden Objekts nicht bekannt sind. Black-Box-Tests überprüfen nur die Funktionalitäten einer Anwendung. Die innere Struktur und Funktionsfähigkeit werden nicht untersucht. Anwender und Anwenderinnen müssen also wissen, welche Rolle das System spielt und welche Funktionalitäten es hat, kennt aber seine internen Mechanismen nicht.

White-Box-Tests hingegen sind eine Methode, bei der dem Tester oder der Testerin die interne Struktur, das Design und die Implementierung des zu testenden Objekts sehr wohl bekannt sind. Sie bestehen demnach darin, die Funktionsfähigkeit einer Anwendung und ihrer internen Struktur, ihrer Prozesse – und nicht ihrer Funktionalitäten – zu überprüfen. Hierbei werden alle internen Komponenten der Software oder Anwendung über den Quellcode getestet.

### 3.5.4 Ursache-Wirkungs-Matrizen und Zuordnungsmatrizen

Die Ursache-Wirkungs-Matrix, in der Praxis vor allem als C&E-Matrix (*Cause & Effect Matrix*) bekannt, ist eine Erweiterung des C&E-Diagramms oder Fischgrätendiagramms. Sie hilft, die Beziehungen zwischen mehreren Eingaben und den daraus resultierenden Ergebnissen zu identifizieren und zu priorisieren. Mit der C&E-Matrix können alle möglichen Ursachen im Zusammenhang mit einem Problem oder einer Bedingung identifiziert, erforscht und grafisch dargestellt werden. Zusätzlich kann nach den Ursachen gesucht werden. Für Anwendungen auf höchster Ebene werden C&E-Matrizen verwendet, um die Prozessausgaben mit den jeweiligen Anforderungen in Beziehung zu setzen. Sie konzentrieren Verbesserungsbemühungen und identifizieren so umzusetzende Projekte. Für Anwendungen auf der mittleren Ebene werden Bezüge zwischen Prozesseingaben und Prozessausgaben hergestellt, wodurch eine Priorisierung von Aufgaben und Projekten abgeleitet werden kann.<sup>28</sup>

---

<sup>27</sup> Vgl. Bornemann (2008), S. 168.

<sup>28</sup> Vgl. Organisationshandbuch (2019), Online-Quelle [05.03.2019].

### 3.5.5 Flussdiagramme

Ein Flussdiagramm ist eine grafische oder symbolische Darstellung eines Prozesses. Jeder Schritt im Prozess wird durch ein anderes Symbol dargestellt und es gibt eine kurze Beschreibung der jeweiligen Schritte. Die Flussdiagrammsymbole sind mit Pfeilen verknüpft, die die Prozessflussrichtung anzeigen. Flussdiagramme sind ein nützliches Werkzeug, da sie einen Prozess auf einen Blick verständlich machen. Mit wenigen Worten und einigen einfachen Symbolen zeigen sie deutlich, was in jeder Phase passiert und wie sich dies auf andere Entscheidungen und Handlungen auswirkt.<sup>29</sup>

Um dem Anspruch der Vollständigkeit Genüge zu tun, sei an dieser Stelle erwähnt, dass auch klassische Pläne, Zeichnungen, Skizzen, Tabellen und Diagramme als Darstellungstechnik in der Modellbildung Verwendung finden, ebenso wie physische oder abstrakte mathematische und IT-gestützte Modelle. Auf diese unterschiedlichen Möglichkeiten soll hier aber nicht im Detail eingegangen werden.

Von größerer Relevanz sind der nächste Arbeitsschritt, die Darlegung der deskriptiven Entscheidungsmodelle und die konkrete Datenmodellierungsmöglichkeit.

## 3.6 Deskriptive Entscheidungsmodelle

Bei einer Klassifizierung der Modelle anhand ihres Verwendungszwecks kann unter anderem zwischen deskriptiven und präskriptiven Modellen differenziert werden. Deskriptive Modelle beschreiben, wie in der Realität Entscheidungen getroffen werden. Mit ihrer Hilfe lässt sich außerdem die Frage klären, warum so entschieden wurde. Entscheidungen können prognostiziert und gesteuert werden, sofern Kenntnis über die jeweilige Entscheidungssituation besteht. Die Darstellung, wie Entscheidungen rational zustande kommen können, ist Aufgabe der präskriptiven Modelle. Hierbei wird nicht der konkrete Entscheidungsprozess definiert, sondern es wird der Frage nachgegangen, wie Entscheidungen entstehen.<sup>30</sup>

Jedes Entscheidungsmodell kann immer nur gewisse Eigenschaften der Realität abbilden und ist, wie Modelle im Allgemeinen, eine vereinfachte Darstellung der Wirklichkeit. Es dient in erster Linie der Entscheidungsvorbereitung. Wenn die Lösungen vorliegen, gilt es immer, noch zusätzlich eine Entscheidung zu treffen,

- ob die grundsätzlichen Pläne in der vorliegenden Form realisiert oder
- ob sie geändert werden und, wenn ja, in welcher Weise.

Außerdem berücksichtigt der Entscheider oder die Entscheiderin jene Faktoren und Aspekte, die bisher nicht im Modell erfasst wurden, um gegebenenfalls noch situationsbezogene Änderungen einarbeiten zu können.<sup>31</sup>

---

<sup>29</sup> Vgl. Joiner Associates (2002), S. 8ff.

<sup>30</sup> Vgl. Laux (2018), S. 4.

<sup>31</sup> Vgl. Laux (2018), S. 31ff.

Daraus lässt sich ableiten, dass der Einsatz deskriptiver Entscheidungsmodelle einen grundlegenden Rahmen für die Lösung von Entscheidungsproblemen schafft. Die Bestimmung, wie mit einem Problem umgegangen wird, liegt aber immer noch je nach Fall bei den Entscheidern oder Entscheiderinnen.

Um überhaupt Entscheidungen fällen zu können, werden Informationen oder Daten benötigt, aus denen sie abgeleitet werden können. Wie diese entsprechend aufbereitet werden können, beschreibt das nachfolgende Kapitel.

### 3.7 Möglichkeiten der Datenmodellierung

Daten müssen in sinnvoller Form geordnet werden, damit sie von Informationssystemen verarbeitet werden können. Dafür wird die Datenmodellierung benötigt. Sie ist der grundlegende Prozess zur Strukturierung jeglicher Daten.<sup>32</sup>

Werden Datenmodelle kategorisiert, lässt sich zwischen logischen beziehungsweise konzeptuellen und physischen Modellen unterscheiden. Die logischen beziehungsweise konzeptuellen Modelle bieten Konzepte zur Beschreibung der realen Welt. Sie verwenden Entitäten, Attribute und Beziehungen. Entitäten bilden Objekte aus der realen Welt ab. Attribute führen Entitäten weiter aus und stellen eine Eigenschaft dar. Eine Beziehung bildet den Zusammenhang zwischen mehreren Entitäten. Eines der gängigsten Datenmodelle in diesem Kontext ist das Entity-Relationship-Modell.<sup>33</sup>

Im Vergleich dazu beschreiben physische Modelle Konzepte der Datenspeicherung. Im Mittelpunkt steht die Frage, wie Daten im Rechner, wie Datensatzformate, Datenanordnung und Zugriffspfade gespeichert werden. Zugriffspfade sind Strukturen, um die Suche nach Datensätzen in Datenbanken effizienter zu gestalten.<sup>34</sup>

Um diesen Punkt zu erreichen, muss zunächst eine Methodik für den Weg dorthin festgelegt werden. Dafür existieren die folgenden Möglichkeiten:

- Bottom-up-Methode: Sammlung von Einzelattributen, Erkennen von potenziellen Schlüsseln, Gruppieren zu Objekttypen, Bilden von Beziehungen
- Top-down-Methode: Erkennen von Objekttypen, Bilden von Beziehungen, Erkennen von Elementarattributen
- Re-Engineering existierender Schemata
- Aufstellen von Tabellen als Relationenmodell und Normalisierung
- Verallgemeinerung und Spezialisierung von Objekttypen im Sinne der Vererbung
- Analyse existierender Listen oder Auswertungen

---

<sup>32</sup> Vgl. Gadatsch (2019), S. 3ff.

<sup>33</sup> Vgl. Elmasri (2009), S. 40ff.

<sup>34</sup> Vgl. Elmasri (2009), S. 42.

Datenmodelle sind letztlich das Ergebnis der Datenmodellierung. Zu den aktuell etablierten Datenmodellen zählen die bereits erwähnte semantische Datenmodellierung – das ER-Modell (Entity-Relationship-Modell) und das SERM (Strukturierte-Entity-Relationship-Modell) –, die relationale Datenmodellierung, die in der Regel zu einem konkreten Datenbankentwurf führt, sowie die objektorientierte Datenmodellierung, die mit Hilfe der UML (Unified-Modeling-Language) umgesetzt werden kann.<sup>35</sup>

### 3.8 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde der Modellbegriff im Kontext der Automatisierungstechnik erläutert. Die Definition des Begriffes *Simulation* erfolgte in allgemeiner Form. Die Beschreibungen der theoretischen Hintergründe wurden um mögliche Methoden der Modellbildung, potenzielle Modellmerkmale und Modellparameter ergänzt. Eine Erläuterung gängiger Darstellungstechniken war nötig, um eine optimale Auswahl an Visualisierungsmöglichkeiten zu erhalten. Die Spezifizierung der deskriptiven Entscheidungsmodelle bildet den Abschluss der theoretischen Ausführungen. Diese wurden durch Informationen über die optimale Datenmodellierung erweitert, um eine Basis für die spätere Entscheidungsfindung zu schaffen. Grundsätzlich ist es notwendig, die allgemeinen Aspekte der Modellbildung und der Simulation sowie deren Detailaspekte zu verstehen, um effizient arbeiten zu können. Die Erkenntnisse aus diesem Kapitel bilden im Folgenden das Grundgerüst für die Erstellung des deskriptiven Entscheidungsmodells.

Da die identifizierten Erkenntnisse auf Projekte in der Fahrzeugentwicklung angewendet werden sollen, gilt es im nächsten Schritt, die Grundlagen der Projektabwicklung im Allgemeinen und speziell bei MSE zu erläutern.

---

<sup>35</sup> Vgl. Staud (2005), S. 21ff.

## 4 PROJEKTABWICKLUNG

Unter einem Projekt ist ein Vorhaben zu verstehen, dessen Durchführung besondere organisatorische Vorkehrungen erfordert und folgende typische Charakteristika aufweist: <sup>36</sup>

- Einmalig: nicht im Rahmen normaler Abläufe bearbeitbare Aufgabenstellung
- Zielorientiert: Erreichung spezifischer Anforderungen
- Zeitlich befristet: Start und Ende sind definiert
- Beschränkung von Ressourcen: finanzielle, personelle, zeitliche oder andere Begrenzungen
- Komplex: nicht trivial lösbar, viele Einflussfaktoren

Diese kurze Beschreibung dient lediglich der Abgrenzung des Projektbegriffes. In den nächsten Unterkapiteln wird definiert, wie das Magna-Werk organisiert ist und wie die üblichen projektspezifischen Prozesse bei MSE funktionieren. Dieses Verständnis ist notwendig, um im Praxisteil alle Aspekte und Bereiche korrekt und effizient einbinden zu können.

### 4.1 Das Werk Graz Thondorf

Das Unternehmen *Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co. KG* mit seinem Standort in Graz Thondorf ist der *Magna International Inc.* zugehörig. Es ist unterteilt in mehrere Produktgruppen beziehungsweise Sparten, die als eigenständige Profitcenter agieren. Diese bestehen aus dem Engineering, dem Complete-Vehicle-Manufacturing und den Functional Departments.

Auf dem Werksgelände in Thondorf befindet sich nur das Engineering-Center Austria, alle anderen Engineering-Zentren sind, wie bereits in Abbildung 5 zu sehen, über die ganze Welt verteilt.

Unter Complete-Vehicle-Manufacturing sind die produzierenden und produktionsnahen Bereiche am Standort Graz, die Fertigung von Türmodulen am Standort Hambach sowie die Fertigung von Rohbauminidulen, Strukturteilen und Teilkarosserien am Standort Heilbronn zusammengefasst. Im Werk Thondorf sind die folgenden Business-Units angesiedelt:

- Business-Unit G – Daimler
- Business-Unit H – BMW
- Business-Unit J – JLR
- Business-Unit Painted Body

Der Standort Graz ist außerdem der Hauptsitz der Functional Departments. Zu diesen zählen:

- Human Resources
- Advanced Development & Product Strategy

---

<sup>36</sup> Vgl. Haberfellner (1992), S. 241.

- Quality-Management
- Sales & Marketing
- Marketing-Communications
- Finance/Controlling
- Supply-Chain-Management
- Information-Management
- Legal & Compliance
- Center of Competence – Complete-Vehicle-Manufacturing

Die Functional Departements haben eine Querschnittsfunktion und globale Verantwortung.

Im Rahmen von Fahrzeugentwicklungsprojekten im Bereich Engineering kann es mit fast jedem der genannten Bereiche zu Überschneidungen kommen. Da dies aber von Projekt zu Projekt in hohem Maße divergiert, werden diese Einflüsse nicht separat betrachtet. Das nächste Unterkapitel konzentriert sich somit auf die allgemeine Projektorganisation im Engineering, die eine für alle Engineering-Zentren globale Gültigkeit aufweist.

## 4.2 Projektorganisation der Sparte Engineering

Die Projektorganisation im Engineering lässt sich grob nach Größe und Komplexitätsgrad eines Projektes beziehungsweise nach der Differenzierung zwischen internen und externen Projekten ausrichten. Zusätzlich kann noch nach der Projektart unterschieden werden. Diese sind:

- Spartenübergreifende Projekte
- Sparten-Projekte
- Engineering-Projekte
- Globale oder lokale Projekte
- Software-Projekte
- EDV- oder organisatorische Projekte

Weitere zu berücksichtigende Faktoren sind die Größe, die Relevanz und die Dringlichkeit eines Projektes. Einfluss haben Aspekte wie die Anzahl der betroffenen Personen beziehungsweise Fachbereiche und gesetzliche Vorschriften. Zusätzlich zu den typischen Projektcharakteristika gelten für ein Projekt bei Magna Steyr folgende Voraussetzungen:

- Es existiert eine Projektdefinition.
- Es existiert ein Projektauftrag durch den Auftraggeber oder die Auftraggeberin.
- Es ist ein Projektleiter oder eine Projektleiterin mit Verantwortung zur Zielerreichung benannt. Die Entscheidungsbefugnis, auch über sämtliche Ressourcen, ist geklärt.

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, werden Projekte in der Regel wie folgt abgearbeitet.

### 4.3 Ablauf der Projektabwicklung

Nach erfolgreicher Akquisition eines Projektes wird in der Regel ein Steering-Committee (Lenkungsausschuss) als oberstes Gremium definiert. Es setzt sich zusammen aus einem Projektleiter oder einer Projektleiterin und den wichtigsten am Projekt beteiligten Führungskräften. Das Steering-Committee entscheidet über Projektorganisation, Ressourcenbereitstellung, Budgetfreigabe und Projektmeilensteine. Bei laufenden Projekten kann es vorkommen, dass über Erweiterungsanträge abgestimmt werden muss.

Das Projektteam selbst besteht aus dem Projektleiter oder der Projektleiterin und den jeweiligen Projektmitarbeitern und -mitarbeiterinnen. Diese werden noch vor Projektstart, je nach Anforderungen an das Projekt, aus den jeweiligen Fachbereichen nominiert. Das Team bildet die Trägerorganisation für eine zielgerichtete Projektabwicklung. Der Projektleiter beziehungsweise die Projektleiterin ist übergeordnet verantwortlich für die Gesamtkoordination des Projektablaufes, von der Planung bis zum Serienstart im Falle einer Gesamtfahrzeugentwicklung. Die Projektleiter und Projektleiterinnen sind je nach Umfang des Projektes dem General Manager des jeweiligen Engineering-Zentrums oder dem zugehörigen Fachbereich unterstellt. Handelt es sich um global übergreifende Projekte, übernimmt ein Engineering-Zentrum beziehungsweise der zugehörige Projektleiter oder die zugehörige Projektleiterin offiziell den Lead und somit die übergeordnete Verantwortung.

Die organisatorische Verbindung zum Steering-Committee wird durch den Leiter beziehungsweise die Leiterin der Projektmanagementabteilung sichergestellt. Nicht immer sind in Projekten alle Fachbereiche involviert. Zu Beginn jedes Projektes wird vom Projektleiter oder von der Projektleiterin festgelegt, aus welchen Bereichen die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen benötigt werden. Dafür bedarf es der Abstimmung mit den Fachbereichen und der Zustimmung der jeweiligen Abteilungsleiter beziehungsweise Abteilungsleiterinnen sowie des Projektleiters oder der Projektleiterin. Die Projektmitarbeiter und Projektmitarbeiterinnen vertreten während der gesamten Laufzeit des Projektes die jeweiligen Fachbereiche im Projektkernteam. Unerlässlich dafür ist die Erstellung eines ordnungsgemäßen Projektorganigramms. Das Projektteam hat während der gesamten Projektdauer die primäre Aufgabe, die Erstellung und Überprüfung von Bauteilen und deren technische sowie ökonomische Machbarkeit in der Entwicklungsstufe abzusichern und zu begleiten. Außerdem garantiert das Team die Einhaltung vorgegebener Parameter wie Qualitätsvorgaben, Termine und Kosten. Zur Erarbeitung der notwendigen Arbeitspakete stellt die Linienorganisation weitere Projektmitarbeiter und Projektmitarbeiterinnen ab. Diese unterstehen organisatorisch nach wie vor den Fachbereichen, sind aber in der Projektorganisation dem Projektleiter oder der Projektleiterin zugeordnet. Die vom Auftraggeber oder der Auftraggeberin erwarteten Leistungsumfänge werden von den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen abgearbeitet. Sie sind verantwortlich für die kostenmäßige und termintreue Umsetzung ihrer Teilleistungen.

Zur Unterstützung einer optimalen Projektabwicklung wurde das *Magna Steyr Development System* (MSDS) entwickelt. Es beschreibt den Produktentwicklungsprozess für ein Programm oder Projekt bei Magna Steyr. Es kann je nach Projektumfang gänzlich oder nur teilweise Verwendung finden und ist gleichzeitig flexibel genug, sodass Anpassungen gemäß programm- oder projektspezifischen Anforderungen kein Problem darstellen. Das MSDS ist ein Programm-/Projektsteuerungsinstrument, das dazu dient, die

Entwicklungsreife und -ziele in den einzelnen Phasen des Produktentwicklungsprozesses durch Gates und Meilensteine zu überwachen und zu regeln. Die Gates und Meilensteine bilden Kontrollpunkte, von denen jeder mit spezifischen Messpunkten von zu erreichenden Ergebnissen ausgestattet ist.<sup>37</sup>

Die nächste Abbildung zeigt zusammengefasst, welche Meilensteine in welcher Entwicklungsphase relevant sind. Auf eine detaillierte Beschreibung wird an dieser Stelle verzichtet. Zum besseren Verständnis werden lediglich die Abkürzungen ausgeführt.

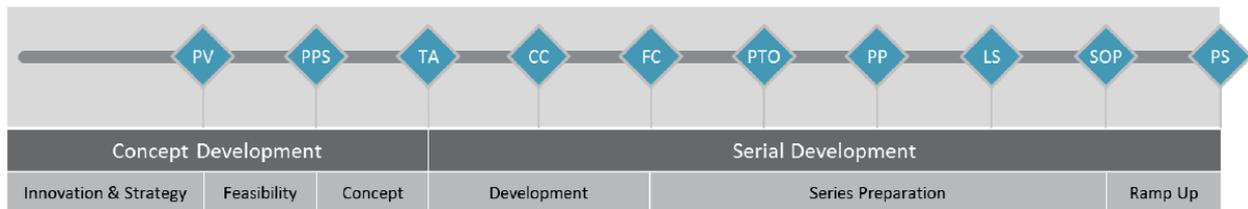


Abb. 10: Übersicht MSDS-Meilensteine, Quelle: Magna Steyr.

- PV: Product Vision
- PPS: Preliminary Product Specification
- TA: Target Agreement
- CC: Concept Confirmation
- FC: Functional Confirmation
- PTO: Production Try Out
- PP: Pilot Production
- LS: Launch Sign Off
- SOP: Start of Production
- PS: Process Stability

Außerdem basiert MSDS auf dem Prinzip des Simultaneous Engineering und beschreibt, was in jeder Phase des Produktentwicklungsprozesses getan werden muss, um den Fortschritt sicherzustellen. Simultaneous Engineering ist die gleichzeitige interdisziplinäre Entwicklung von Produkten, um den Entwicklungsprozess zu beschleunigen und ein Gesamtoptimum in Bezug auf Produkt-, Produktions-, Qualitäts-, Lieferketten-, Kosten- und Zeitanforderungen zu erreichen.<sup>38</sup>

Gates werden durch ihren Hauptinhalt definiert. Sie bilden die Grundlage für die Projektorganisation und beinhalten eine Beschreibung jeder Rolle innerhalb des Projektes. Spezifische Leistungen, die zu einem Gate zu erbringen sind, werden den einzelnen Rollen innerhalb der Projektorganisation zugeordnet und sind in sogenannten Gate-Checklisten im Detail aufgeführt. Die Beschreibung der Hauptmeilensteine der in das Projekt involvierten Bereiche (Einkauf, Styling, virtuelle Entwicklung etc.) dient als Leitfaden für die Durchführung von Reviews und den jeweiligen Gate-Anflug.<sup>39</sup>

Um den Kreis zu schließen, wird nach diesem Exkurs in die Magna-Steyr-Projektarbeit zum Thema Modellbildung zurückgekehrt.

<sup>37</sup> Vgl. Magna 6 (2019), Online-Quelle [25.02.2019].

<sup>38</sup> Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon (2019), Online-Quelle [05.03.2019].

<sup>39</sup> Vgl. Magna 7 (2019), Online-Quelle [25.02.2019].

## 4.4 Rolle der Modellbildung in Bezug auf Projektarbeit

Die Bildung eines Modells ist für MSE ein wichtiger Schritt zur Beantwortung von Fragen im Rahmen der Entwicklung und Untersuchung technischer Systeme. Ausgehend von einem geplanten oder bestehenden Objekt, zum Beispiel einer technischen Anlage, einer Maschine, einem Fahrzeug oder einer Baugruppe, sollte das zu untersuchende System auf der Grundlage der zu beantwortenden technischen Fragen definiert werden.

Modelle werden im Engineering unter anderem für die folgenden Zwecke eingesetzt:<sup>40</sup>

- Berechnung von Kraft- und Bewegungsgrößen für definierte Betriebsbedingungen
- Verkürzung der Entwicklungsdauer eines Objekts durch Variantenkalkulationen
- Reduzierung der Entwicklungskosten im Vergleich zum Bau eines Prüfstandes
- Optimierung der Systemleistung unter Berücksichtigung spezifischer Kriterien (Materialkosten, Energieverbrauch, dynamische Steifigkeit etc.)

Diese Definition beschreibt die bisher noch fehlenden Gesichtspunkte der Projektarbeit im Kontext der Modellbildung.

## 4.5 Zusammenfassung

Die zu Beginn in Kapitel 1 definierte Zielsetzung sowie die in Kapitel 2 und 3 erläuterten grundlegenden Begrifflichkeiten und methodischen Möglichkeiten der Modellbildung dienen als Ausgangsbasis für die Entwicklung des deskriptiven Entscheidungsmodells. Anschließend allgemeine Informationen zur Firmensituation runden die gesamte Thematik ab. Der theoretische Rahmen wurde durch die Darstellung der Modellaspekte gebildet und durch die Beschreibung des deskriptiven Entscheidungsmodells und der ausgewählten Möglichkeiten der Datenmodellierung gefestigt. Somit können nun die gesamten erarbeiteten Erkenntnisse entsprechend der Zielvorgabe dieser Arbeit verfeinert und im nachfolgenden Kapitel angewendet werden.

---

<sup>40</sup> Vgl. Magna 8 (2019), Online-Quelle [25.02.2019].

## 5 MODELLIERUNGSKONZEPT

Die erste Entscheidung, die es im Hinblick auf das Modellierungskonzept zu treffen gilt, betrifft die anzuwendende Methode. In Kapitel 3.1 wurden zwei unterschiedliche Möglichkeiten erläutert: die Top-down- und die Bottom-up-Methode. Für das Konzept bei MSE wird die Top-down-Methode Anwendung finden. Die relevanten Probleme in Projekten beziehungsweise unerwartete Probleme werden zumeist auf übergeordneter Ebene entdeckt und erst später im Detail genauer betrachtet. Auch wenn folgend von der Vermeidung ungeplanter Kosten die Rede ist, zielt diese Arbeit nicht allein auf wirtschaftliche Ergebnisse ab, sondern darauf, technische Probleme in Projekten frühzeitig zu erkennen, um rechtzeitig entgegen zu steuern und diese lösen zu können. Der Projekterfolg wird zwar in der Regel am EBIT (*Earnings before interest and taxes*), also am Ergebnis vor Steuern und Zinsen gemessen. Grundlegende Voraussetzung für ein erfolgreiches Projekt ist allerdings die einwandfreie technische Umsetzung beziehungsweise Realisierung der Projektumfänge. Eine klare Abgrenzung, welche Problemauslöser es hierfür gibt, wird beispielhaft in der nächsten Abbildung veranschaulicht.

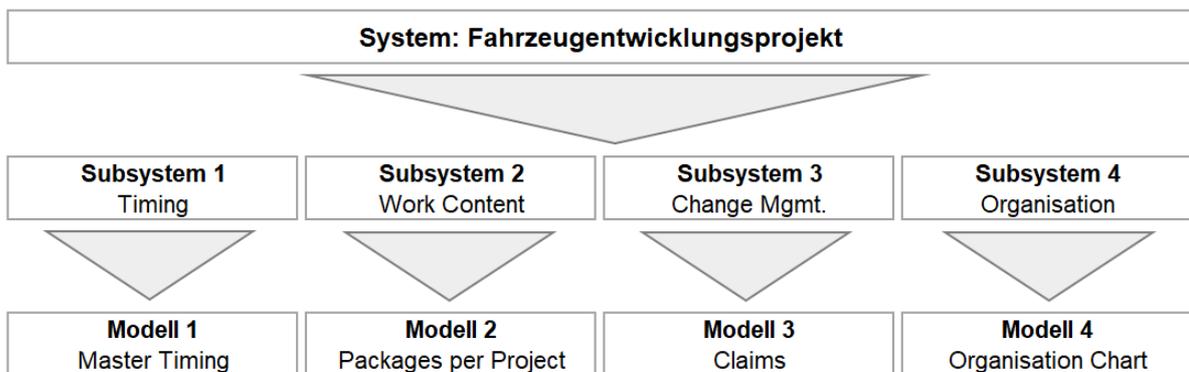


Abb. 11: Top-down-Methode, Quelle: Eigene Darstellung.

Probleme können demnach entstehen, wenn die Zeitschiene verändert oder der Projektinhalt angepasst wird. Organisationsänderungen haben ebenso Einfluss wie unerwartete zusätzliche Forderungen seitens des Kunden oder der Kundin. Falls solche Fälle in der Praxis eintreten, gilt es, diese einerseits zu berücksichtigen und Lösungen zu finden. Andererseits sollen die Themen weiter betrachtet und analysiert werden, um für zukünftige Projekte bereits proaktiv mögliche Problemlösungen verfügbar zu haben. Eine detaillierte Erarbeitung aller potenziellen, in diesem Kontext relevanten Projekteinflussfaktoren folgt in Kapitel 6.

Der nächste Schritt in der Entwicklung des Modellierungskonzeptes ist die Wahl der Modellklasse. In diesem Fall wird das Verhaltensmodell verwendet. Begründen lässt sich die Entscheidung damit, dass es sich bei dem zu sammelnden Wissen beziehungsweise der Expertise, um nichtphysikalische Größen handelt.

Zweck des Modells ist es, die komplexen Zusammenhänge der Kosten- beziehungsweise Problemeinflüsse zu identifizieren, zu bearbeiten, zu veranschaulichen, zu erläutern und Handlungsempfehlungen abzuleiten. Das Einsatzgebiet ist das Projektmanagement. Es gilt alle darin enthaltenen Einflussfaktoren herauszufiltern und zu berücksichtigen.

Zur Abgrenzung der Abbildungsgranularität werden drei Hierarchiestufen definiert. Sie umfassen die relevanten Stakeholder wie Top-Management, Projektleiter und Projektleiterinnen beziehungsweise Angebotsprojektleiter und Angebotsprojektleiterinnen sowie Projektmitarbeiter und Projektmitarbeiterinnen. Was den Detaillierungsgrad betrifft, muss eine optimale Balance zwischen *so genau wie möglich* und *so genau wie nötig* gefunden werden.

Grundsätzlich gibt es eine übergeordnete Zielgröße, nämlich das finanzielle Projektergebnis. Um dieses zu erreichen, bedarf es allerdings der Definition mehrerer Unterziele, deren Verfolgung letztlich auch dem übergeordneten Betriebsziel dient, nämlich Projekte mit Gewinn abzuschließen. Da im zu entwickelnden Entscheidungsmodell zeitliche Abhängigkeiten zu berücksichtigen sein werden, handelt es sich um ein mehrperiodisches Modell. Der Entscheidungsträger beziehungsweise die Entscheidungsträgerin ist der Projektleiter oder die Projektleiterin und somit ein Individuum. Entscheidungen werden später sequenziell abgearbeitet. Zusätzlich stehen die zu setzenden Entscheidungen in Abhängigkeit zueinander, weshalb die dynamische Anwendungsart zum Tragen kommt. Zur Visualisierung werden in späterer Folge Matrizen verwendet. Sie ermöglichen es, komplexe Zusammenhänge in übersichtlicher und vereinfachter Form darzustellen. Bezüglich der Datenmodellierung bietet das Datenflussmodell die optimale Lösung zur Umsetzung. Dabei werden jene relevanten Prozesse beschrieben, die bei der Datenübertragung und anschließenden Ausgabe des Outputs (der Matrizen) ablaufen.

Die detaillierte Ausarbeitung der oben erläuterten Rahmenbedingungen ist Bestandteil des Praxisteils dieser Arbeit. Die nachfolgende Tabelle fasst alle im vorangehenden Abschnitt definierten Inhalte zusammen.

<b>Modellansatz:</b>	Top-down-Ansatz
<b>Modellklasse:</b>	Verhaltensmodell
<b>Modellparameter:</b> Zweck: Abbildungsbreite/-tiefe/-genauigkeit:	Handlungsempfehlungen ableiten Hierarchiestufen: 3 (Top-Management, Projektleiter/Angebotsprojektleiter, Projektmitarbeiter), Detaillierungsgrad: 100% (alle gesammelten Informationen werden aufbereitet und zur Verfügung gestellt)
<b>Modellmerkmale:</b> Anzahl der Zielgrößen: Periodizität: Art der Entscheidungsträger: Verfahrensart:	1 einperiodig Individuum dynamisch
<b>Darstellungstechnik</b>	Zuordnungsmatrizen
<b>Datenmodellierung</b>	Datenflussmodell

Tab. 2: Zusammenfassung Modellierungskonzept, Quelle: Eigene Darstellung.

Für den nächsten Arbeitsschritt, die praktische Umsetzung, kann die Festlegung einer einfachen Strategie hilfreich sein. Ausgehend von den in Kapitel 1.3 definierten Zielen der Entwicklung eines Ablaufprozesses, der in allen Engineering-Zentren eingesetzt werden soll, und der Bereitstellung eines entsprechenden auf Entscheidungsmodellen basierenden Werkzeuges, lassen sich sechs Umsetzungsstufen identifizieren, die im Folgenden erörtert werden:

1. Entwicklung des Ablaufprozesses
2. Entwicklung des Werkzeuges
3. Bereitstellung des gesammelten Wissens
4. Simulation von konkreten Anwendungsfällen
5. Validierung

Der nachfolgende Praxisteil orientiert sich an diesen Punkten und bearbeitet die noch offenen übergeordneten Themen der Entwicklung des deskriptiven Entscheidungsmodells, der zugehörigen Simulationen und der abschließenden Verifizierung und Validierung.

## 6 ENTWICKLUNG DESKRIPTIVES ENTSCHEIDUNGSMODELL

Zur Ableitung von Entscheidungen aus einem Entscheidungsmodell bedarf es der Schaffung einer repräsentativen Ausgangsbasis. Es empfiehlt sich, einen allgemeingültigen Prozess zu erstellen, um eine einheitliche Vorgehensweise sicherstellen zu können.

### 6.1 Entwicklung des Ablaufprozesses

Hierbei dient das Peer-Review als Orientierung. Dabei handelt es sich um ein Vorgehensmodell zur Beschreibung operativer Arbeitsschritte. Allgemein betrachtet sind Vorgehensmodelle Beschreibungsmodelle, deren Original auf einem Prozess beruht. An dieser Stelle wird eine praktische Umsetzung im Detail betrachtet. Da Themen proaktiv, aber auch operativ während laufender Projekte behandelt werden sollen, wird eine Unterscheidung zwischen *Peer-PREview* und *Peer-REview* eingeführt. Die Differenzierung ist nötig, da vor Beginn eines Projektes andere Probleme auftreten können als während eines laufenden Projektes und demnach auch die abzuleitenden Entscheidungen anders zu treffen sind.

Entwickelt wurde dieser MSE-gerechte Prozess in enger Abstimmung mit den im Unternehmen für Prozesse verantwortlichen Personen, dem Chef der Abteilung *Quotation, Business Process Management and Strategy* und ausgewählten Abteilungsleitern und Abteilungsleiterinnen. Inhaltlich handelt es sich um technische Probleme sowie um die Optimierung technischer Abläufe und Prozesse.

Für die Entwicklung nachhaltiger Entscheidungsmodelle ist ein gewisses Grundwissen hinsichtlich Peer-Reviews notwendig, denn diese bilden wiederum die Grundlage für die Schaffung der Wissensbasis. Aus diesem Grund werden nachfolgend die wichtigsten Entstehungsschritte umrissen. Deren detaillierte Beschreibung ist nicht zielführend, da der Fokus auf der Entwicklung deskriptiver Entscheidungsmodelle beziehungsweise der Wissensweitergabe liegt.

#### 6.1.1 Peer-PREview:

Ein Project-Peer-PREview ist ein proaktiver Prozess mit dem Ziel der Identifizierung von Verbesserungspotenzialen und der Qualitätssicherung in Projekten bis zum Projektstart. Die entsprechende Methodik lässt sich in acht Schritte unterteilen. Die folgende Grafik enthält eine ablauforientierte Zusammenfassung dieser Vorgehensmodellsschritte.

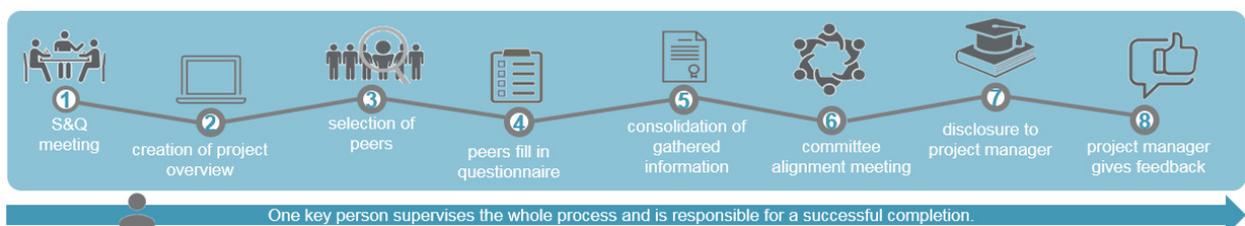


Abb. 12: Peer-PREview-Prozess, Quelle: Eigene Darstellung.

Der vollständige firmeninterne *One Pager* dazu befindet sich im Anhang auf Seite 88.

#### **6.1.1.1 S&Q Meeting**

Projekte, die für Peer Review relevant sind, werden in einem wöchentlichen S&Q-Meeting (*Sales and Quotation Meeting*) nominiert. Dabei handelt es sich um eine einmal pro Woche stattfindende Abstimmungsrunde zwischen Vertriebsmitarbeitern und Vertriebsmitarbeiterinnen, den General Managern der Engineering-Zentren, den Engineering-Vizepräsidenten, dem Chef der Angebotsabteilung und weiteren bei Bedarf benötigten Mitarbeitern oder Mitarbeiterinnen. In der Regel werden Anfragen von Kunden und Kundinnen kurz anhand standardisierter Unterlagen präsentiert. Im Anschluss folgt eine Abstimmung darüber, ob ein entsprechendes Angebot erstellt wird oder nicht. Zusätzlich hat der Chef der Angebotsabteilung in Zukunft die Aufgabe, zu entscheiden, welches Thema für Peer-Preview relevant ist und welches nicht. Da sich Entwicklungsanfragen mittlerweile immer stärker voneinander unterscheiden, gilt es, für jedes Thema individuell eine Entscheidung zu treffen. Eine genau definierte Vorgabe, ab welcher Angebotssumme oder bei welchen Projekthalten ein Peer-Preview ausgelöst wird, ergibt unter Berücksichtigung dieser Aspekte keinen Sinn.

Als Basis für die weitere Vorgehensweise werden Informationsdokumente benötigt. Diese dienen den später befragten Experten und Expertinnen einerseits als Überblick und andererseits als Grundlage für die Ableitung von Hilfestellungen sowie die Weitergabe ihres Know-hows.

#### **6.1.1.2 Erstellung einer Projektübersicht**

Die Erstellung des Projektinformationsdokuments erfolgt durch den jeweiligen Angebotsprojektleiter oder die Angebotsprojektleiterin. Dieses Dokument besteht aus der zweiten und dritten Seite der S&Q-Präsentation sowie dem Master-Timing und dem Kapazitätsdiagramm.

Ein Master-Timing-Chart ist der Projektterminplan, der in der Regel automatisch zu Angebotsprojektbeginn erstellt wird. Dies gilt ebenso für den Kapazitätsplan und das daraus ableitbare Kapazitätsdiagramm. Verantwortlich für die Erstellung ist der im S&Q-Meeting nominierte Angebotsprojektleiter oder die Angebotsprojektleiterin. Eine zusätzliche Aufgabe dieser Person ist die Auswahl der richtigen Experten beziehungsweise Expertinnen (Peers), die in weiterer Folge konstruktiven Input liefern sollen.

#### **6.1.1.3 Auswahl der Peers**

Der jeweilige Angebotsprojektleiter beziehungsweise die Angebotsprojektleiterin wählt die notwendigen Kollegen und Kolleginnen aus (max. 5 Personen pro Projekt). Peers sind *Vice Presidents, General Manager, Branch Manager, Global Area Heads, Area Heads, Project Manager* sowie Kollegen oder Kolleginnen mit speziellem technischen Know-how und Projekterfahrung (Peer = Experte).

Zur effizienteren Auswahl der passenden Experten und Expertinnen wurde ein Excel-Dokument erstellt, das eine namentliche Auflistung aller unter Punkt 3 beschriebenen Personen enthält. Zusätzlich zum Namen wurden die Funktion beziehungsweise Position in der Firma sowie die jeweilige Abteilung eingetragen. Bei bestimmten Projekten ist es von Vorteil, wenn die befragten Experten und Expertinnen bereits Projekterfahrung im asiatischen Raum vorweisen können. Aus diesem Grund wurde das Dokument um die entsprechende Information erweitert. Falls jemand über weitere besondere, für das Angebotsprojekt relevante Kenntnisse oder Fähigkeiten verfügt, wurde dies ebenfalls separat vermerkt. Zur schnellen Orientierung, wie viele Experten beziehungsweise Expertinnen es pro Fachbereich gibt, wurde in den ersten Zeilen des Dokuments eine einfache *Zählenwenn*-Funktion eingearbeitet. Damit ist es möglich, auf einen Blick

herauszufiltern, ob und in welchem Fachbereich Experten und Expertinnen vorhanden sind, und im Umkehrschluss, wo es eventuell Kompetenzbedarf gibt.

Wurden fünf passende Personen ausgewählt, erhielten diese einen standardisierten Fragebogen. Bei diesem *Questionnaire* handelt es sich wiederum um ein Excel-Dokument, das diesmal jedoch aus mehreren Tabellenblättern mit einer Unterteilung in *Quotation Manager* (Angebotsprojektleiter/-leiterin), *Peer* (Experte/Expertin) und *Project Manager* (Projektleiter/-leiterin) besteht. Das erste Tabellenblatt enthält Informationen, die der Angebotsprojektleiter oder die Angebotsprojektleiterin schon zu Beginn oder im Laufe der Angebotserstellung sammeln kann. Es handelt sich dabei um eine einfache Checkliste, die wichtige projektrelevante Punkte mittels einfacher *Ja*- und *Nein*-Antwortmöglichkeiten abfragt. Eine leere Vorlage des Dokuments befindet sich im Anhang auf Seite 89. In der ersten Spalte stehen folgende identifizierten Hauptkategorien:

- Timing – Zeitschiene
- Work-Content – Arbeitsinhalt des Projektes
- Change-(Claim)-Management
- Organisation/Resources

Diese Kategorien repräsentieren übergeordnet jene Bereiche, deren Änderung oder Störung wesentlichen Einfluss auf den erfolgreichen Abschluss eines Projektes haben können. In der zweiten Spalte werden diese auf der Grundlage von Erfahrungswerten inhaltlich weiter differenziert. Eine Unterscheidung zwischen *quotation: existing [yes/no]* und *contract: agreed [yes/no]* und den Antwortmöglichkeiten *Ja* und *Nein* ist notwendig, da es für ein Projekt einen wesentlichen Unterschied bedeutet, ob Abmachungen während der Angebotsphase oder bereits vertraglich bindende Vereinbarungen vorlagen. Die letzte Spalte dient etwaigen zusätzlichen Anmerkungen. Basierend auf den Informationen aus diesem Tabellenblatt und den anderen bereits erwähnten Unterlagen werden die Experten und Expertinnen im vierten Schritt gebeten, das Peer-Tabellenblatt auszufüllen.

#### **6.1.1.4 Peers füllen Fragebogen aus**

Die Experten und Expertinnen werden gebeten, ihre projektrelevanten Erfahrungen anonym mittels eines standardisierten Fragebogens mitzuteilen. Hierbei handelt es sich grundsätzlich um eine Risikoidentifizierung für das geplante Projekt, basierend auf den Erfahrungswerten und Ergebnissen bereits abgeschlossener Projekte. Neben der Angabe allgemeiner Informationen wie dem Namen des Projektes und der Projektnummer können die Experten und Expertinnen eine themenweise Differenzierung entsprechend der zu Beginn der Seite angeführten Kategorien vornehmen. Danach folgen fünf Fragen, die sie auf der Grundlage ihrer Berufserfahrung und ihres in früheren Projekten gesammelten Know-hows beantworten sollen. Diese lauten:

- Was könnte der Grund für Probleme in diesem Projekt sein?
- Wie sollten Sie darauf reagieren und welche Maßnahmen würden Sie ergreifen?
- Wenn das Problem zur Realität wird, was würden Sie als Reaktion, als Backup oder als Alternative/Workaround empfehlen?

- Wer sollte dieses Problem überwachen?

Eine Berechnung der Relevanz der identifizierten Problemstellung ermöglicht eine Gewichtung beziehungsweise Einschätzung und Reihung der Probleme nach ihrer Priorität. Die möglichen einzutragenden Informationen sind aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich.

<b>Wahrscheinlichkeit</b>	<b>Wirkung</b>	<b>Feststellbarkeit</b>
<p><b>1</b></p> <p>Unwahrscheinlich (0 %-25 %)</p>	<p><b>1</b></p> <p>Minimal: Keine Auswirkungen auf die Meilensteine, kann sich aber erhöhen (Projektkosten und -fristen)</p>	<p><b>1</b></p> <p>Frühzeitig vor dem Auftreten oder Trigger-Ereignis ermittelt</p>
<p><b>2</b></p> <p>Etwas wahrscheinlich (26 %-50 %)</p>	<p><b>2</b></p> <p>Mäßig: Kann Meilensteine verzögern oder den Projektnutzen reduzieren</p>	<p><b>2</b></p> <p>Unmittelbar vor dem Auslöse-Ereignis; kann vor dem Auslösen gemildert werden, wenn es überwacht wird</p>
<p><b>3</b></p> <p>Wahrscheinlich (51 %-75 %)</p>	<p><b>3</b></p> <p>Schwer: Gefährdet das Erreichen von Meilensteinen oder reduziert den Projektnutzen erheblich</p>	<p><b>3</b></p> <p>Wird bei Trigger-Ereignis realisiert</p>
<p><b>4</b></p> <p>Sehr wahrscheinlich (76 %-100 %)</p>	<p><b>4</b></p> <p>Kritisch: Gefährdet die Lebensfähigkeit des Unternehmens oder stellt ein Scheitern des Projekts dar</p>	<p><b>4</b></p> <p>Wird bestimmt, nachdem der Problemfall eingetreten ist</p>

Tab. 3: Definition der Relevanzunterscheidungen, Quelle: Eigene Darstellung.

Die Berechnung der Relevanz ergibt sich aus der Multiplikation der drei Werte für Wahrscheinlichkeit, Wirkung sowie Feststellbarkeit.

Je höher dieser Wert ausfällt, desto relevanter ist das Thema später für den Projektleiter oder die Projektleiterin. Bevor diese Informationen offiziell an besagte Personen weitergehen, werden alle von den ausgewählten Peers gesammelten Daten von einer sogenannten Schlüsselperson plausibilisiert und konsolidiert. Bei dieser Schlüsselperson handelt es sich um jemanden, der oder die den gesamten Peer-PREview-Prozess unterstützt und überwacht, in diesem Fall der Angebotsprojektleiter oder die Angebotsprojektleiterin.

### 6.1.1.5 Konsolidierung der gesammelten Informationen

Die Schlüsselperson konsolidiert das erhaltene Feedback und lädt zu einem Abstimmungsmeeting ein.

### 6.1.1.6 Komitee Abstimmungsmeeting

Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen für dieses Treffen werden je nach Projekthalt vom Angebotsprojektleiter beziehungsweise der Angebotsprojektleiterin nominiert. Die teilnehmenden Personen müssen Teil der Linienorganisation sein, zum Beispiel Vizepräsidenten, General-Manager, Bereichsleiter und Bereichsleiterinnen.

Ziel dieses Meetings ist es, durch die Ausgabe des Fragebogens und die Ernennung eines Mentors beziehungsweise einer Mentorin, der oder die den Projektleiter oder die Projektleiterin während der gesamten Projektlaufzeit unterstützt, verbindliche Aussagen zum Projekterfolg zu machen. Der zukünftige Mentor oder die zukünftige Mentorin und der Projektmanager beziehungsweise die Projektmanagerin müssen auch an der Sitzung zur Ausrichtung des Komitees teilnehmen.

### 6.1.1.7 Offenlegung und Weitergabe der Dokumente an die Projektleitung

Im Anschluss erfolgt die offizielle Übergabe der gesammelten Informationen, sowohl aus dem Fragebogen als auch aus dem Komitee-Alignment-Meeting, an die projektleitende Person unter Verwendung einer standardisierten Vorlage.

### 6.1.1.8 Feedback durch die Projektleitung

Im letzten Prozessschritt wird der Projektleiter beziehungsweise die Projektleiterin gebeten, spätestens am Ende des Projekts Feedback zu den offenbarten Informationen zu geben. Jede Antwort wird von einer Schlüsselperson konsolidiert und gespeichert.

Im Anschluss an ein Peer-REview oder während eines bereits laufenden Projektes kann bei Bedarf ein Peer-REview durchgeführt werden. Dieses besteht aus einem sieben Schritte umfassenden Prozess.

## 6.1.2 Peer-REview

Ein Peer-REview ist ein Prozess zur Identifizierung und Behebung von Problemen während laufender Projekte. Die siebenstufige Methodik ist für alle Projekte, die auf der Engineering-Project-Review(EPR)-Agenda aufgeführt sind, obligatorisch. Das EPR ist ein Meeting, das einmal pro Monat abgehalten wird und einen standardisierten Projektbericht der relevantesten Engineering-Projekte umfasst.



Abb. 13: Peer-Review-Prozess, Quelle: Eigene Darstellung.

Der vollständige firmeninterne One Pager dazu befindet sich im Anhang auf Seite 89.

Der Peer-Review-Prozess beginnt mit dem Meilenstein Projektstart.

### 6.1.2.1 Projektstart

Dieser erfolgt in der Regel spätestens, sobald eine offizielle Bestellung durch den externen oder internen Auftraggeber beziehungsweise Auftraggeberin.

Für die weitere Bearbeitung des Projektthemas wurde ein sogenanntes Problemprotokoll, auch *Issue-Log* genannt, entwickelt.

### 6.1.2.2 Bereitstellung eines Problemprotokolls/One Pagers

Bei dem Problemprotokoll handelt es sich um einen tabellarisch dargestellten Fragebogen. Die entsprechende Vorlage für dieses Dokument befindet sich im Anhang auf Seite 90. Neben allgemeinen Informationen wie dem Projektnamen und der Nummer des Projektes werden zu bestimmten Kategorien projektrelevante Fragen gestellt, zum Beispiel:

- Problembeschreibung: Was ist das konkrete Problem?
- Auswirkungen auf das Projekt: Wie wird sich das Problem auf Projektumfang, Zeitplan und Kosten auswirken?
- Aktionsplan/Lösung/Maßnahmen: Wie gedenkt man, mit diesem Thema umzugehen?
- Referenz (Projekt, Prozess, Quelle): Welche Erfahrungen und Kontakte sind als Referenz zu verwenden?
- Prozess: Welcher Prozess muss installiert/entwickelt werden?
- Verantwortlichkeit: Wer kümmert sich um dieses Problem und bis wann soll es abgeschlossen sein?
- Unterstützung: Wer leitet die Prozessimplementierung/-entwicklung?

Um Problemstellungen priorisieren zu können, wurde auch im Peer-REview die Möglichkeit einer Bewertung eingearbeitet. Allerdings ist sie weniger umfassend als im Peer-PREview. Es wird lediglich zwischen fünf Stufen mit den folgenden Ausprägungen für die Priorität unterschieden:

Priorität:

- 5: Hoch
- 4: Mittel bis Hoch
- 3: Mittel
- 2: Niedrig bis Mittel
- 1: Niedrig

Aus organisatorischen Gründen wurde der Fragebogen um einige allgemeine Eingabemöglichkeiten erweitert. Dabei handelt es sich um das Erfassungsdatum der Problemthematik, das Fälligkeitsdatum der Überprüfung (bis wann das Problem gelöst sein sollte) und das Datum, wann das Problem gelöst wurde. Damit

später der Fortschritt der Problemlösung einfacher und übersichtlicher verfolgt werden kann, gibt es außerdem die Möglichkeit, den jeweiligen Status mittels rot/gelb/grün zu bewerten beziehungsweise einzutragen. Dadurch erhält der Projektleiter oder die Projektleiterin später die Möglichkeit, in übersichtlicher Weise nach den vergebenen Prioritäten zu filtern, und er/sie sieht auf einen Blick, wie weit die Lösung des Problems fortgeschritten ist und wo eventuell nachgearbeitet werden muss.

Die Schlüsselperson wird diesmal durch einen Kollegen oder eine Kollegin aus dem Project-Management-Organisation-Team repräsentiert und stellt dem Projektleiter oder der Projektleiterin eine Vorlage für das Problemprotokoll sowie einen One Pager für das Projekt zur Verfügung. Der Projektleiter oder die Projektleiterin muss alle roten/kritischen und gelben projektbezogenen Themen und Risiken in diese bereitgestellten Vorlagen aufnehmen (z. B. via EPR, Projektbesprechungen/Reviews etc.) und einfügen/ausfüllen. Der bereits erwähnte One Pager ist eine standardisierte Power-Point-Folie und wird bereits im EPR-Meeting zu Dokumentationszwecken verwendet.

### **6.1.2.3 Auswahl der Peers**

Projektmanager und/oder Global Technical Area Heads wählen die notwendigen Kollegen aus (max. fünf Personen pro Projekt). Peers sind *Global Area Heads*, *Area Heads* sowie Kollegen mit speziellem technischen Know-how und Projekterfahrung.

### **6.1.2.4 Bewertung der Probleme und Maßnahmendefinition**

Die Experten und Expertinnen werden gebeten, die gesammelten Probleme zu bewerten und Gegenmaßnahmen zu definieren, indem sie die entsprechenden Informationen in das Problemprotokoll eintragen. Peers dürfen zusätzliche Themen zum Problemprotokoll hinzufügen und bei Bedarf einen weiteren One Pager erstellen.

### **6.1.2.5 Abstimmungsmeeting**

Die Schlüsselperson bündelt das erhaltene Feedback und lädt zu einem Abstimmungsgespräch ein. Teilnehmer an diesem Treffen sind die in Punkt 3 nominierten Peers, der Projektleiter und gegebenenfalls betroffene (One Pager) Projektmitglieder. Ziel der Abstimmungssitzung ist es, durch die Ausgabe des Ausgabeprotokolls verbindliche Aussagen über den Projekterfolg zu machen.

### **6.1.2.6 Offenlegung und Weitergabe der Dokumente an die Projektleitung**

Der vorletzte Schritt ist die offizielle Übergabe der gesammelten Informationen an den Projektleiter beziehungsweise die Projektleiterin.

### **6.1.2.7 Tracking der identifizierten Problemthemen und Maßnahmen**

Der Projektleiter oder die Projektleiterin muss nun ein kontinuierliches Tracking der definierten Themen und Maßnahmen sicherstellen. Außerdem ist er oder sie dazu angehalten, über den weiteren Verlauf des Inputs in EPR/Deep-Dive-Meetings zu berichten.

Nach Entwicklung des Ablaufprozesses ist die nächste Maßnahme die Entwicklung des eigentlichen Entscheidungsmodells. Dabei unterstützen die grundlegende Definition von Anforderungen sowie die Wahl der zur Umsetzung zu ermittelnden Mechanismen. Das Ergebnis der nächsten dafür notwendigen Umsetzungsschritte wird in Kapitel 6.3 präsentiert.

## 6.2 Entwicklung des Werkzeuges

Auf Grundlage der Ausformulierung von konkreten Anforderungen kann das optimale Werkzeug entwickelt werden. Dazu gehören neben allgemeinen Spezifikationen auch die Einbindung der Stakeholder sowie die Berücksichtigung relevanter Schnittstellen. Der anschließende Aufbau der Wissensbasis ist notwendig, um Problemfälle und zugehörige Lösungen zu sammeln und so eine aussagekräftige Datenbasis zu erhalten. Diese Daten werden im Anschluss unter Einsatz der passenden Datenmodellierungstechnik visualisiert.

### 6.2.1 Anforderungen an Entscheidungsmodell und Werkzeug

Wie in Kapitel 3.6 erläutert dienen deskriptive Entscheidungsmodelle der Beschreibung, wie Entscheidungen in der Realität getroffen werden. Im Kontext dieser Arbeit steht vor allem die grundlegende Rahmenbildung zur Lösung von Entscheidungsproblemen im Fokus. Welche Vorgaben dafür eingehalten beziehungsweise umgesetzt werden müssen, spezifiziert das nachfolgende Kapitel.

#### 6.2.1.1 Spezifikationen

Das deskriptive Entscheidungsmodell bildet die Basis zur Darstellung der gesammelten Problemfälle sowie der anschließenden Ableitung von Handlungsempfehlungen. Das zu entwickelnde Werkzeug dient der Bereitstellung der daraus gewonnen Problemlösungsmöglichkeiten. Die Zielgruppe sind in erster Linie Projektleiter und Projektleiterinnen beziehungsweise Projektmitarbeiter und Projektmitarbeiterinnen, die sich bereits vor Projektbeginn mit möglichen Problemfällen auseinandersetzen möchten. Es richtet sich aber auch an jene Personen, die in bereits laufenden Projekten Hilfestellungen suchen und Handlungsempfehlungen erfragen möchten.

Die folgende Differenzierung zwischen stakeholderspezifischen und technischen Spezifikationen ist notwendig, um die Anforderungen an das Werkzeug aus allen Blickwinkeln zu betrachten.

#### Stakeholderspezifische Spezifikationen

Die Erhebung der stakeholderspezifischen Anforderungen an das Werkzeug fand im Rahmen eines Abstimmungsmeetings statt. Die Auswahl der Teilnehmer und Teilnehmerinnen erfolgte aufgrund ihrer langjährigen Erfahrung in Fahrzeugentwicklungsprojekten. Nach der Präsentation der Aufgabenstellung und des Ziels des Meetings folgten Erläuterungen zum Ablauf. Der Einsatz der Brainstorming-Methode diente dazu, gemeinsam Ideen zu erarbeiten und schriftlich festzuhalten. Diese wurden im Anschluss selektiert und in drei Anforderungskategorien zusammengefasst. Daraus folgten die Auswahl der wichtigsten Punkte und deren Umformulierung in konkrete Anforderungen. Die folgende Abbildung zeigt bereits die geclusterte Form der Ergebnisse, unterteilt in Anforderungen an das Userinterface, die Inhalte der Anwendung sowie den Output aus Sicht der involvierten Stakeholder.

Abbildung 14 ist von innen nach außen zu lesen. Im Zentrum der Grafik befindet sich jenes Thema, das die Stakeholder als am wichtigsten erachten. Durch Einsatz des Werkzeuges soll möglichst kein Mehraufwand für Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen entstehen und das Tool darf keine Kosten für das später zu betrachtende Projekt auslösen.

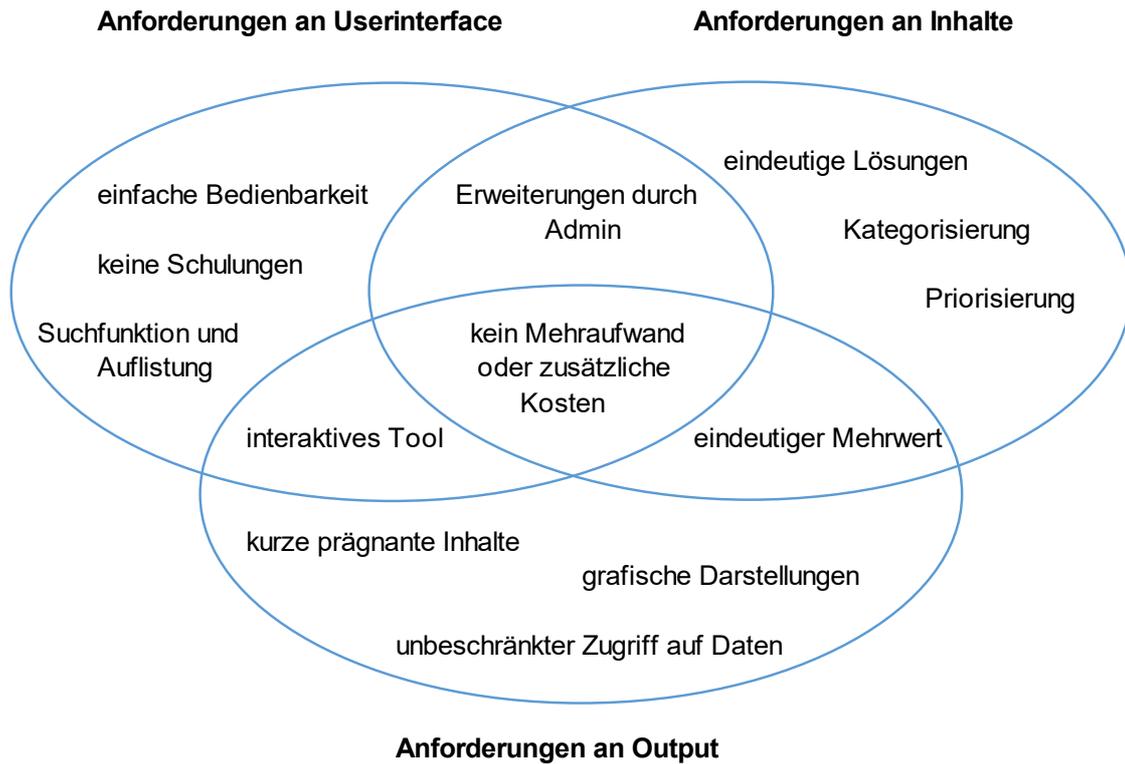


Abb. 14: Stakeholderspezifische Werkzeuganforderungen, Quelle: Eigene Darstellung.

Die Schnittmengen zwischen zwei Anforderungsarten definieren die nächsten, niedrigeren Prioritätenstufen und zeigen gleichzeitig Zusammenhänge zwischen ihnen auf. Sie beinhalten unter anderem die konkrete Anforderung, das Tool interaktiv aufzubauen. Durch die Nutzung muss sich ein eindeutiger Mehrwert ergeben. Inhalte ohne Aussagekraft sind nicht erwünscht. Die Dateneingabe beziehungsweise die Erweiterung der Wissensbasis soll zentral nur durch den Administrator oder die Administratorin der Anwendung möglich sein.

Eine spezielle Anforderung an das Userinterface ist die einfache Bedienbarkeit. Die Nutzung beziehungsweise Abfrage der Daten soll so einfach wie möglich gestaltet werden, damit keine speziellen Schulungen für Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen notwendig sind. Des Weiteren sollen die Lösungen der Problemfälle sowohl über eine Auflistung als auch über eine Suchfunktion gefunden werden können.

Anforderungen an die Dateninhalte umfassen präzise und eindeutige Lösungen. Zusätzlich muss eine Kategorisierung sowie Priorisierung gewährleistet werden.

Ein Zugang der Stakeholder zu den Informationen unabhängig von Ort und Tageszeit ist erforderlich. Der Output soll so weit wie möglich in grafischer Form erfolgen. Zugehörige Inhalte müssen leicht verständlich und in prägnanter Weise erläutert werden.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen kann durch Formulierung der technischen Spezifikationen das Grundgerüst für die technische Umsetzung des Werkzeuges geschaffen werden.

### Technische Spezifikationen

Mittels Funktionsanalyse werden die technischen Ansprüche für das zu implementierende Werkzeug ermittelt. Zur Visualisierung der Ergebnisse wird eine binäre Domain-Mapping-Matrix verwendet. Wie aus

Tabelle 4 ersichtlich, dient sie der Identifikation von Zusammenhängen und Beziehungen zwischen Komponenten und Funktionen eines technischen Systems.

Funktionsanalyse		Funktionen					
		Suchfunktion per Eingabe	Suchfunktion interaktiv	Datenausgabe	Darstellung in Matrixform	Zugriffsbeschränkung	Datenspeicherung
Komponenten	Userinterface	x	x	x	x		
	Prozesslogik	x	x	x	x	x	
	Geschäftslogik					x	
	Datenhaltung				x	x	x

Tab. 4: Funktionsanalyse – Gegenüberstellung der Komponenten und Funktionen, Quelle: Eigene Darstellung.

Die identifizierten Komponenten umfassen das Userinterface, die Prozesslogik, die Geschäftslogik sowie die Datenhaltung. Das Userinterface beinhaltet jene grafischen Elemente, die dem Nutzer oder der Nutzerin Eingabemöglichkeiten oder Informationen zur Verfügung stellen. Der Interaktionsablauf wird über die Prozesslogik gesteuert. Die Geschäftslogik bearbeitet Eingaben seitens der Anwender und Anwenderinnen und verwaltet Zugriffe auf die Datenbank. Die Speicherungsart der Daten wird durch die Datenhaltung beschrieben.

Die genannten Komponenten werden mit den in Tabelle 4 ermittelten Funktionen in Relation gesetzt. Diese umfassen, bereits unter Berücksichtigung der stakeholderspezifischen Anforderungen, zwei Arten von Suchfunktionen, die Datenausgabe im Allgemeinen, die Darstellungsform, die Zugriffsbeschränkungen und die Funktion Datenspeicherung. Eine Darstellung in Matrixform entspricht der Anforderung nach Priorisierung der Problemfälle. Die Zugriffsbeschränkung auf Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der Firma ist unerlässlich, da ein Missbrauch der gesammelten Problemfälle und ihrer Lösungen verhindert werden soll. Eine weitere zentrale Funktion ist die Datenspeicherung. Ohne diese Funktion ist die gesamte Webanwendung nicht aussagefähig.

Generell wird mit Hilfe der Funktionsanalyse sichergestellt, dass das Werkzeug alle identifizierten Funktionen berücksichtigt und in Abstimmung mit den Komponenten erfüllt.

Ebenso von Bedeutung für die technische Umsetzung ist die Identifizierung von Normen und Richtlinien, die es einzuhalten gilt.

Die erste zertifizierbare Norm im europäischen Raum ist die ÖNORM A 7700. Sie beschreibt die Sicherheit von Webanwendungen. Ihr Augenmerk liegt auf der Abdeckung des Sicherheitsbereichs in Webapplikationen. Gewährleistet wird dies durch ein vollständiges, mehrstufiges Source-Code-Audit. Die ÖNORM wurde erst 2019 überarbeitet und dem aktuellen Stand der Technik angepasst.<sup>41</sup>

<sup>41</sup> Vgl. ÖNORM A 7700 (2019), Online-Quelle [23.10.2019].

Aus der Identifizierung der Komponenten, Funktionen und Normen lässt sich ableiten, wie die Webanwendung aufgebaut werden soll. Die gängigste Darstellungsform dafür ist der Architekturansatz in Abbildung 15. Dieser beschreibt auf abstrakter Ebene, welche der in Tabelle 4 genannten Komponenten mit welcher Technologie umgesetzt und verknüpft werden soll.<sup>42</sup>

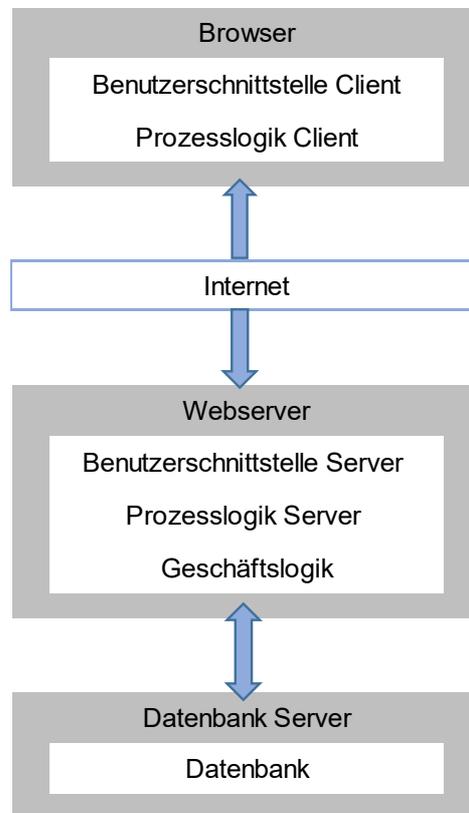


Abb. 15: Architektur der Webanwendung, Quelle: Entwicklung erfolgreicher Webanwendungen (2005), S 6 (leicht modifiziert).

Bei weniger komplexen Webanwendungen empfiehlt es sich, ein Drei-Schichten-Architekturmodell zu verwenden. Dabei wird die Geschäftslogik mit der Prozesslogik zusammengefasst. Somit besteht die Anwendung aus drei Kernkomponenten, nämlich der Benutzerschnittstelle, der Geschäftslogik und der Datenhaltung.<sup>43</sup>

Die bisherige Betrachtung der Spezifikation berücksichtigt den Input der Stakeholder und die für die technische Umsetzung relevanten Maßnahmen beziehungsweise die Microsoft-Excel-basierte Sammlung des Wissens und die Bereitstellung desselben über eine Webanwendung. Um diese Dinge miteinander in Verbindung zu bringen, ist es notwendig, die entsprechenden Schnittstellen zu identifizieren.

### 6.2.1.2 Schnittstellen

Die benötigten Schnittstellenkomponenten umfassen den Faktor Mensch, das Tabellenkalkulationstool *Microsoft Excel*, eine Datenbank und eine Weboberfläche. Einfließende Schnittstellen sind aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.

---

<sup>42</sup> Vgl. Fischer (2015), S 6.

<sup>43</sup> Vgl. Fischer (2015), S 7.

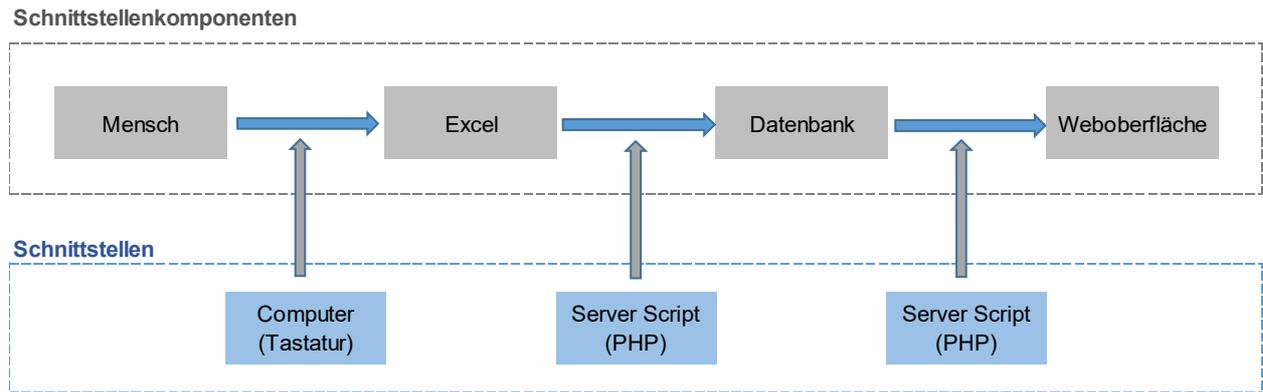


Abb. 16: Zusammenspiel der Komponenten und Schnittstellen, Quelle: Eigene Darstellung.

Die Interaktion zwischen dem Faktor Mensch und dem Microsoft-Office-Tool Excel ist über einen Computer beziehungsweise die Tastatur möglich. Zwischen Excel und einer Datenbank beziehungsweise der Datenbank und einer Weboberfläche steht ein Server-Skript, das mit Hilfe der Skriptsprache *PHP* umgesetzt werden kann. Die Nutzung von Skripten lässt sich damit erklären, dass das Werkzeug dynamische Inhalte wie die interaktive Suche nach Problemfällen zulassen soll. Für solche dynamischen Inhalte müssen Skripte zum Beispiel in der Lage, sein Daten aus einer Datenbank zu holen.

Magna Steyr Engineering verfügt bereits über ein globales Tool zur Risikoerfassung und Verfolgung, was strategische Themen und Entscheidungen betrifft. Es wird von Kollegen und Kolleginnen der Abteilung *Risk Management* der Magna-Steyr-Holding betrieben.

Aus einem anderen Blickwinkel betrachtet, handelt es sich bei den über die Peer-PREviews und -REviews gesammelten Problemfällen um Risiken, die den Projekterfolg gefährden. Zudem ist das Risikomanagementtool ein bereits erfolgreich implementiertes Werkzeug und durch die Einbindung in das Firmenintranet global verfügbar. Daher bietet es sich an, diese bereits vorhandene Ressource zu nutzen und entsprechende Adaptionen vorzunehmen.

Dadurch würde die Entwicklung einer Datenbank sowie einer Weboberfläche und des zugehörigen Skripts dazwischen entfallen. Trotzdem wäre eine Art Lastenheft dienlich, um eine reibungslose Integration in die bereits vorhandene firmeninterne Webanwendung zu gewährleisten.

Abbildung 17 zeigt die genannten Auswirkungen auf die Schnittstellen in grafischer Form.

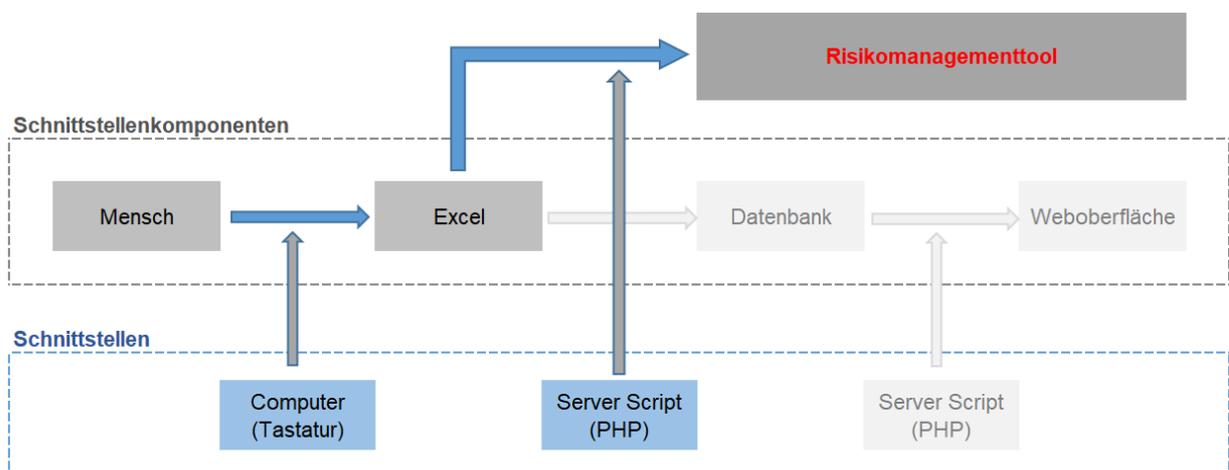


Abb. 17: Zusammenspiel der Komponenten und Schnittstellen unter Berücksichtigung des Risikomanagementtools,  
Quelle: Eigene Darstellung.

Somit wurde die Anforderungen an das Werkzeug und die zugehörigen Schnittstellen aus allen Blickwinkeln betrachtet. Der nächste Schritt besteht darin, zu definieren, wie die Datenbasis, die Sammlung der Problemfälle und der zugehörigen Lösungsmöglichkeiten, umgesetzt werden kann. Ohne Datenbasis können keine Empfehlungen abgeleitet werden, weshalb im folgenden Kapitel der Aufbau der Wissensbasis behandelt wird.

### 6.2.2 Aufbau der Wissensbasis

Durch Einsatz der in Kapitel 6.1 präsentierten Fragebögen ist es möglich, strukturiert Problemfälle und deren Details zu erfassen. Da es sich bei den Questionnaires allerdings um zwei unterschiedlich aufgebaute Excel-Tabellen handelt, müssen diese vorab in einer Datei konsolidiert werden. Zudem ist eine Überprüfung der in den Fragebögen enthaltenen Rückmeldungen auf Konsistenz und Vollständigkeit erforderlich, weshalb es sich empfiehlt, dies auf manuellem Wege zu tun. Fehler bei der Zuordnung der Kategorien beziehungsweise Neuzuordnungen können an dieser Stelle noch problemlos angepasst werden. Darüber hinaus wird bei den Lösungen der Problemfälle und deren Beschreibung das Hauptaugenmerk auf die Qualität und nicht die Quantität der Daten gelegt.

Als Hilfsmittel dient wiederum ein Excel-basiertes Dokument. Die Rückmeldungen werden manuell konsolidiert und in das Datenblatt *Database of Identified Problems* eingefügt. Die gesamten Daten sind im Anhang ab Seite 92 zu sehen und beinhalten eine vereinfachte Variante der gesammelten Inhalte. Die Tabelle ist unterteilt in:

- Hauptkategorie
- Subkategorie
- Problembeschreibung
- Problemlösung
- Verantwortliche Person und Termin
- Wirkung
- Eintrittswahrscheinlichkeit

Die Subkategorie wurde neu hinzugefügt, um die Themen bei Bedarf genauer eingrenzen und clustern zu können. Um eine repräsentative Wissensbasis aufbauen zu können, werden so viele Problemfälle wie möglich erfasst, entsprechend aufbereitet und zur Verfügung gestellt. Der nächste Schritt der Datenmodellierung und -visualisierung beschreibt, wie die gemeldeten Problemfälle und Lösungen aufbereitet werden und wie am Ende die grafische Umsetzung der deskriptiven Entscheidungsmodelle aussehen wird.

### 6.2.3 Datenmodellierung und Datenvisualisierung

Angelehnt an die Schnittstellendarstellung wirken die Datenmodellierung und die Datenvisualisierung wie aus Abbildung 18 ersichtlich auf die Schnittstellenkomponenten ein.

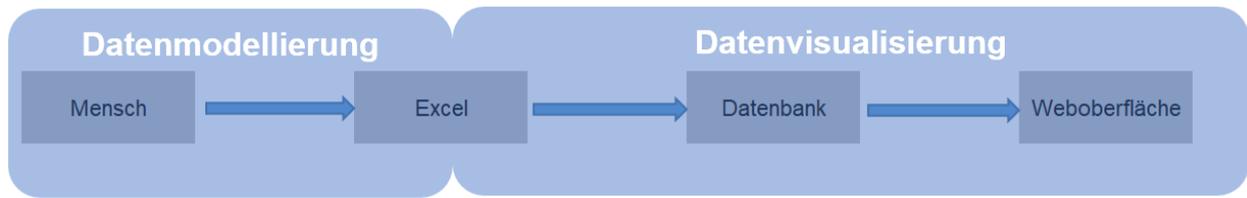


Abb. 18: Kategorisierung in Datenmodellierung und Datenvisualisierung, Quelle: Eigene Darstellung.

Der Faktor Mensch beziehungsweise das zu erfassende Wissen sowie die Komponente Excel fallen in den Bereich der Datenmodellierung. Die Webanwendung, die aus der Datenbankanwendung und der Web-oberfläche besteht, ist der Datenvisualisierung zugehörig.

Eine Erläuterung, weshalb Excel sowohl in die Datenmodellierung als auch in die Datenvisualisierung einfließt, folgt in Kapitel 6.2.3.1. Eine Unterteilung ist notwendig, da für die zwei Bereiche unterschiedliche Herangehensweisen benötigt werden.

### 6.2.3.1 Datenmodellierung

In Kapitel 6.2.2 wurde die Sammlung der Problemfälle beschrieben. Für aussagekräftige Handlungsempfehlungen werden diese Daten geclustert und aufbereitet. Hierbei ist es notwendig, eine Aufteilung in die vier Kategorien *Timing*, *Work Content*, *Change Management* und *Organisation/Resources* durchzuführen. Die Vorgehensweise sieht vor, dass die *Database of Identified Problems* sukzessive erweitert wird, sobald neue Problemfälle auftreten. Für eine Darstellung der Probleme in Matrixform müssen diese Daten entsprechend der vier Kategorien geclustert und in die benötigte Form gebracht werden. Dazu wird ein Visual-Basic-for-Applications(VBA)-Code entwickelt, denn bei den Inhalten handelt es sich um Text und nicht um numerische Werte. Excel besitzt keine vorgefertigte Funktion, mit der dies durchgeführt werden könnte. Die nächste Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem erstellten Code. Der gesamte generierte Code befindet sich im Anhang ab Seite 91.

```

Sub Suche_Und_Kopiere()

Dim rngC As Range           ' rngC als Bereich deklarieren
Dim strAdresse As String   ' strAdresse als String deklarieren
Dim vntSuch As Variant
Dim i As Integer
Dim lrow&, lcol As Long

' Erste Schleife-----

vntSuch = Array("Timing")   ' erstes Suchkriterium
lrow = 3                    ' Einfügehöhe Zeile
lcol = 1                    ' Einfügehöhe Spalte

With Worksheets("Database of identified Problems")
    ' Suche in Tabellenblatt
    For i = LBound(vntSuch) To UBound(vntSuch)

Set rngC = .Columns("B").Find(what:=vntSuch(i), LookIn:=xlValues, lookat:= xlWhole)
        ' Suche nach "Timing"

        If Not rngC Is Nothing Then
            strAdresse = rngC.Address

        Do
    
```

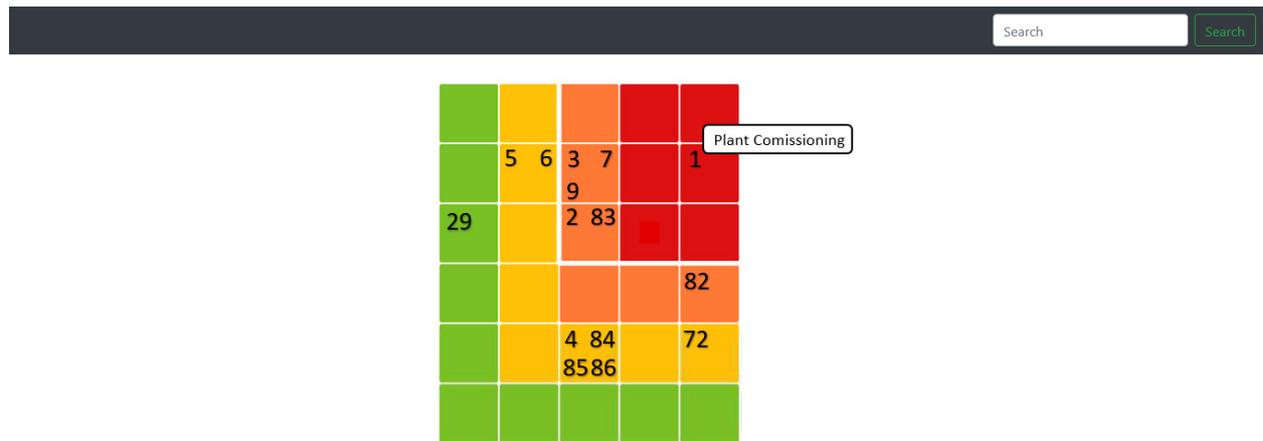
```
        rngC.Resize(, .Cells(rngC.Row, .Columns.Count).End(xlToLeft) .Column-  
        umn).Copy Destination:= Worksheets("Timing Solutions"). Cells(lrow, lcol)  
Set rngC = .Columns("B").FindNext(rngC)  
lrow = lrow + 1  
  
Loop While Not rngC.Address = strAdresse  
  
End If  
  
lcol = lcol + Worksheets("Timing Solutions").Cells(lrow - 1, lcol).Current Region.Col-  
umns.Count + 1  
  
lrow = 12  
Next  
End With
```

Quelltext 1: Auszug aus dem VBA-Code automatisiertes Clustern, Quelle: Eigene Darstellung.

Dieses Makro durchsucht das Tabellenblatt *Database of Identified Problems* nach den Schlüsselwörtern *Timing*, *Work Content*, *Claim Management* und *Organisation/Resources* und fügt die Inhalte dieser Zeilen in den jeweils zugehörigen Tabellenblätter *Timing Solutions*, *Work Content Solutions*, *Claim Management Solutions* sowie *Organisation/Resources Solutions* an einer vorab definierten Stelle ein. Mit Hilfe einer Schleife wird die Datenbasis solange durchsucht, bis alle Zeilen geclustert sind. Das Makro wurde mittels einer Befehlsschaltfläche in das Tabellenblatt *Database of Identified Problems* eingefügt und ermöglicht es, sobald neue Datensätze hinzugefügt werden diese ebenfalls entsprechend zu clustern und in die zugehörigen Tabellenblätter zu kopieren. Nach diesen Schritten können in Zukunft jegliche Problemfälle in einer Datei zusammengeführt, gespeichert und für die spätere Verwendung aufbereitet werden.

Da eine Auflistung der Problemfälle nicht besonders aussagekräftig ist, werden die Daten je Kategorie in einem Diagramm visualisiert. Am besten geeignet ist dafür eine Design-Structure-Matrix. Sie setzt Systemelemente untereinander in Beziehung. Dies kann sowohl binär als auch numerisch erfolgen, da dem *Impact* und der *Probability* numerische Werte zugrunde liegen. Durch den Einsatz eines Diagrammes können diese strukturiert dargestellt werden. Das Ergebnis ist eine Entscheidungsmatrix, die es aufgrund ihrer Übersichtlichkeit ermöglicht, den Auswirkungsgrad eines Problems auf den Projekterfolg darzustellen. Die genauen Einstufungskriterien für *Impact* und *Probability* wurden bereits in Kapitel 6.1 erläutert. Die Peers entscheiden aufgrund ihrer Erfahrung, welche Werte sie dem von ihnen identifizierten Problem zuweisen.

Die nächste Abbildung zeigt das Ergebnis der bisher durchgeführten Arbeitsschritte. Die einzelnen Problemfälle werden durch ihre zugehörige ID in der Entscheidungsmatrix repräsentiert. Wird mit Hilfe der Maus eine Zahl ausgewählt, so wird die Problemsubkategorie angezeigt. Per Mausklick direkt auf die Zahl erscheint die zugehörige Problemlösung.



ID	Sub Category	Problem Description	Problem Solution	Responsible
1	Plant Comissioning	The plant was commissioned too late.	Fix delivery date with supplier when placing order	Project Manager

Abb. 19: Entscheidungsmatrix Timing-Problems – Demonstrationsbeispiel Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.

Diese Darstellungsform bietet jedem Betrachter und jeder Betrachterin den weiteren Vorteil, sofort einschätzen zu können, bei welchem Problemfall dringend gehandelt werden muss beziehungsweise wie die Probleme priorisiert werden sollten.

Die in Abbildung 20 gezeigte Entscheidungsmatrix beruht auf einem Punktediagramm, das für den konkreten Anlassfall angepasst wurde. Das in der Abbildung zu sehende Labeling der Datenpunkte ist in Excel standardmäßig nicht möglich. Hierfür wurde wiederum ein VBA-Code, wie aus Abbildung 21 ersichtlich, entwickelt.

```

Sub Labels_hinzufügen()

Dim Counter As Integer
Dim ChartName As String
Dim xVals As String

Application.ScreenUpdating = False
    ' Deaktivieren der Bildschirmaktualisierung während Ausführung

    xVals = ActiveChart.SeriesCollection(1).Formula
        ' Formel in xVals speichern

    ' Daten aus xVals extrahieren:
    xVals = Mid(xVals, InStr(InStr(xVals, ","), xVals, Mid(Left(xVals, InStr(xVals, "!") - 1), 9)))
    xVals = Left(xVals, InStr(InStr(xVals, "!"), xVals, ",") - 1)

    Do While Left(xVals, 1) = ","
        xVals = Mid(xVals, 2)
    Loop

    ' Labels hinzufügen:
    For Counter = 1 To Range(xVals).Cells.Count
        ActiveChart.SeriesCollection(1).Points(Counter).HasDataLabel=True
        ActiveChart.SeriesCollection(1).Points(Counter).DataLabel.Text=
            Range(xVals).Cells(Counter, 1).Offset(0, -1).Value
    Next Counter

End Sub

```

Quelltext 2: : VBA-Code Zuweisung der Labels, Quelle: Eigene Darstellung.

Aus den bisher umgesetzten Arbeitsschritten resultiert ein fertig entwickeltes Tool zur Ableitung von Handlungsalternativen, basierend auf deskriptiven Entscheidungsmodellen. Mittels Veröffentlichung im Intranet können alle Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen darauf zugreifen und ihren Nutzen daraus ziehen. Der einzige Nachteil besteht darin, dass keine interaktiven Aktionen möglich sind und deshalb eine endgültige Umsetzung der Datenvisualisierung offen ist. Im nächsten Kapitel wird im Detail beschrieben, wie mit Hilfe einer Webanwendung alle zu Beginn an das Tool gestellten Anforderungen umgesetzt werden.

### 6.2.3.2 Datenvisualisierung

Für die Erstellung der Webanwendung ist eine einfache Input-Output-Betrachtung hilfreich. Schematisch lässt sich dies folgendermaßen darstellen.

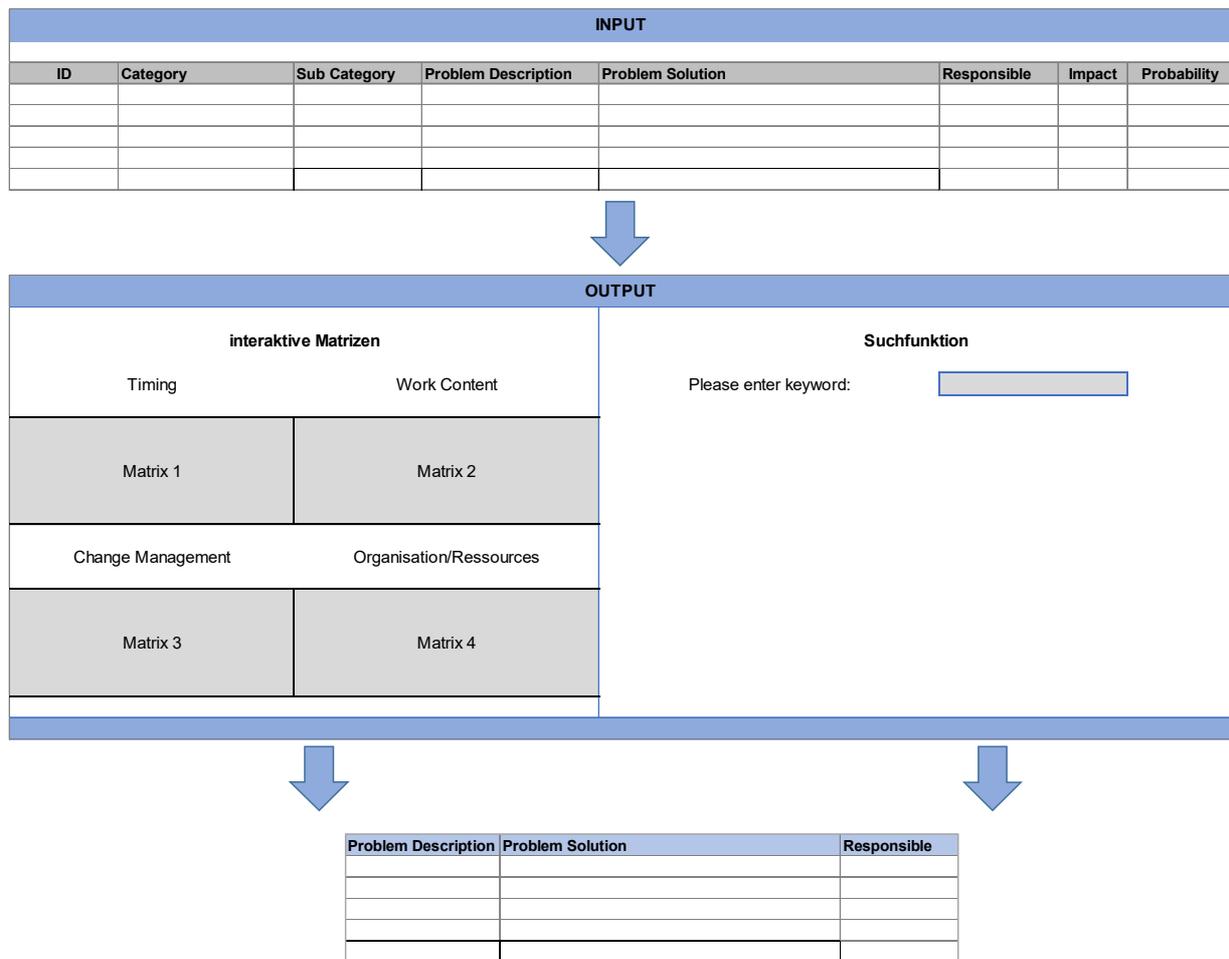


Abb. 20: Input-Output-Betrachtung der Webanwendung, Quelle: Eigene Darstellung.

Als Input dient die Struktur der im Anhang ab Seite 103 gezeigten Tabelle. Als Output sollen einerseits vier interaktive Matrizen entsprechend der Kategorien *Timing*, *Work Content*, *Change Management* und *Organisation/Resources* entstehen. Darüber hinaus wird eine einfache Textsuche eingearbeitet. Das Ergebnis, ob durch Auswahl eines in der Matrix dargestellten Problemfalls oder über die Suchfunktion, ist dasselbe nämlich eine Tabelle mit Detailinformationen zu den Problemfällen und dem zugehörigen Lösungsvorschlag.

Systemseitig betrachtet sind für die Umsetzung folgende Schritte notwendig:

- Benutzeroberfläche auf Webserver einrichten

- Datenbankstruktur festlegen
- Visualisierung umsetzen

Durch die Anforderung eines Webservers bei einer Providerfirma und das anschließende Einrichten der allgemeinen Einstellungen wird die Basis für eine Webanwendung geschaffen. Verwendete Programme sind *MySQL*, eines der bekanntesten relationalen Datenbanksysteme, und *PhpMyAdmin* zur Administration der Datenbank. Die eingesetzten Skriptsprachen sind *PHP* und *JavaScript*. Nach der Anforderung des Webservers folgt die Einrichtung der Benutzeroberfläche. Zudem wird die Datentabelle gemäß der Struktur des Tabellenblattes *Database of Identified Problems* aufgebaut. Die folgende Abbildung zeigt das Ergebnis dieses Umsetzungsschrittes.

#	Name	Typ	Kollation	Attribute	Null	Standard	Extra	Aktion
1	ID	int(11)			Nein	kein(e)	AUTO_INCREMENT	Bearbeiten Löschen Primärschlüssel Unique Mehr
2	Category	varchar(200)	utf8mb4_unicode_ci		Nein	kein(e)		Bearbeiten Löschen Primärschlüssel Unique Mehr
3	SubCategory	varchar(200)	utf8mb4_unicode_ci		Nein	kein(e)		Bearbeiten Löschen Primärschlüssel Unique Mehr
4	ProblemDescription	varchar(200)	utf8mb4_unicode_ci		Nein	kein(e)		Bearbeiten Löschen Primärschlüssel Unique Mehr
5	ProblemSolution	varchar(200)	utf8mb4_unicode_ci		Nein	kein(e)		Bearbeiten Löschen Primärschlüssel Unique Mehr
6	Responsible	varchar(200)	utf8mb4_unicode_ci		Nein	kein(e)		Bearbeiten Löschen Primärschlüssel Unique Mehr
7	Impact	varchar(200)	utf8mb4_unicode_ci		Nein	kein(e)		Bearbeiten Löschen Primärschlüssel Unique Mehr
8	Probability	varchar(200)	utf8mb4_unicode_ci		Nein	kein(e)		Bearbeiten Löschen Primärschlüssel Unique Mehr
9	Datum	datetime			Nein	CURRENT_TIMESTAMP		Bearbeiten Löschen Primärschlüssel Unique Mehr
10	User	int(50)			Nein	kein(e)		Bearbeiten Löschen Primärschlüssel Unique Mehr

Abb. 21: Struktur der Datentabelle, Quelle: Eigene Darstellung.

Die ID ist vom Datentyp *integer*, sie erhöht sich automatisch und wurde als Primärschlüssel festgelegt. Alle anderen Kategorien sind als Texttyp hinterlegt und hinsichtlich des eintragbaren Textes auf 200 Buchstaben begrenzt. Damit sind alle Schritte zur Einrichtung der Benutzeroberfläche und zur Festlegung der Datenbankstruktur abgeschlossen.

Für die Umsetzung der Visualisierung wird eine Webseite benötigt, die mithilfe eines HTML-Editors erstellt wird. Der zu generierende Code muss in HTML geschrieben beziehungsweise in dem entsprechenden Format gespeichert werden. Dies garantiert die spätere Ausführbarkeit seitens des Webservers. Für die grafische Darstellung der Problemlösungen wird *Highcharts* verwendet. Dabei handelt es sich um eine skalierbare, plattformübergreifende, vektorgrafik-basierte *Charting*-Bibliothek. Sie ermöglicht es unter anderem, interaktive Diagramme zu erstellen. Um eine Entscheidungsmatrix darstellen zu können, wurde *treemap* mit dem Algorithmus *stripes* aus der Library ausgewählt. Als Ergebnis resultiert eine Webseite die gemäß den vier Kategorien Timing, Work Content, Change Management und Organisation/Resources Entscheidungsmatrizen ausgibt. Diese haben aber noch keinen Inhalt. Den Input hierfür liefert das Excel-Tabelleblatt *Database of Identified Problems*. Über das Programm kann eine *CSV-Datei* exportiert werden. Dieses Format stellt die Daten in der passender Form für den Upload in die Datenbank bereit. Für eine einfachere Vorgehensweise wurde mittels *PHP* ein Code für das Hochladen der Wissensbasis entwickelt. Der abgebildete Quellcode beschreibt diesen Schritt.

```

<?php
$conn = mysqli_connect("XXXXXXXXXX", "XXXXXXXXXX", "XXXXXXXXXX", "XXXXXXXXXX");
if (isset($_POST["import"]))
{
    $fileName = $_FILES["file"]["tmp_name"];
    if ($_FILES["file"]["size">>0);
    {
        $file=fopen($fileName, "r");
        {
            while (($column = fgetcsv($file, 1000, ";")) !== FALSE)
            {
                $filesqlInsert = "INSERT into Problemmanagement(Category, Sub-
                Category,ProblemDescription,ProblemSolution,Responsible ,Im-
                pact,Probability,User)
                values ('" . $column[0] . "','" . $column[1] . "','" . $col-
                umn[2] . "','" . $column[3] . "','" . $column[4] . "','" .
                $column[5] . "','" . $column[6] . "','" . $column [7] . "')";

                $result = mysqli_query($conn, $sqlInsert);

                if (! empty($result)) $column[0]
                {
                    $type = "success";
                    $message = "CSV Data Imported into the Database";
                }

                else
                {
                    $type = "error";
                    $message = "Problem in importing CSV Data";
                }
            }
        }
    }
}
?>

```

Quelltext 3: Upload-Funktion, Quelle: Eigene Darstellung.

Im ersten Schritt wird eine Verbindung mit *MySQL* hergestellt. Danach werden die Daten von der *CSV-Datei* in die Datenbank geladen. Zudem wird bei erfolgreichem Upload eine positive Rückmeldung ausgegeben. Sollten Fehler beim Hochladen passiert sein, erscheint eine entsprechende Fehlermeldung. Um diesen Input in aussagekräftige Inhalte und Grafiken zu verwandeln, bedarf es wiederum eines eigenen Codes. Dieser stellt sich wie folgt dar.

```

<script>
Highcharts.charts(container_timing',
{
    series:[{
        type:"treemap"
        layoutAlgorithm: 'stripes',
        alternateStartingDirection: true,
        levels: [{
            level: 1,
            layoutAlgorithm: 'squarified',
            dataLabels: {
                enabled: true,
                align: 'center',
                style: {
                    fontSize: '12px',
                    fontWeight: 'bold'
                }
            }
        }
    ]
}
data: [{
    id: '1',
    name: 'Low'
    color"#33FF38"
}, {
    id: '2',

```

```

        name: 'Low/Medium'
        color"#F0FF33"
    },{
        id: '3',
        name: 'Medium/High'
        color"#FFE033"
    },{
        id: '4',
        name: 'High'
        color"#FF4C33"
    },{
        name: '<?php echo $timing[0]['SubCategory'];?>',
        parent: '<?php
            if($timing[0,['Impact']] == '1' {echo '1';}
            if($timing[0,['Impact']] == '2' {echo '2';}
            if($timing[0,['Impact']] == '3' {echo '3';}
            if($timing[0,['Impact']] == '4' {echo '4';}
        }
    }
}
    title: (text: 'Timing');
}
</script>

```

Quelltext 4: Visualisierung der Datenbasis *Database of identified Problems*, Quelle: Eigene Darstellung.

Dieser Code dient der Einbettung der Problemfälle in die gemäß den vier Kategorien zugehörigen Entscheidungsmatrizen. Als Anzeigetext der Problemfälle in den Grafiken wird die *Subcategory* verwendet. Mit jedem neuen Datenupload werden die Daten automatisch zugeordnet. Somit ist die Umsetzung der Visualisierung abgeschlossen. Mittels Auswahl eines beliebigen Datenpunktes werden einerseits der Problemfall und andererseits die benötigten Informationen zur Problemlösung in Tabellenform ausgeworfen. Dasselbe Ergebnis erhält man bei der Schlüsselwortsuche. Wird ein bestimmter Begriff eingegeben, startet im Hintergrund die Suchfunktion, die wiederum mittels *PHP* Code entwickelt wurde. Dieser stellt sich wie folgt dar.

```

<?php
$daten = array();
if (isset($_GET['Search']) and trim ($_GET['Search']) != '')
{
    $Search = trim ($_GET['Search']);
    echo "<p>Gesucht wird nach: <b>$Search</b></p>";
    $suche_nach = "%($Search)%";
    $suche = $db->prepare("SELECT * FROM PROPLEMMANAGEMENT WHERE
    Category LIKE ?
    OR SubCategory LIKE ?
    OR ProblemDescription LIKE ?
    OR ProblemSolution LIKE?
    OR Responsible LIKE ?
    OR Impact LIKE ?
    OR Probability LIKE ?");
    $suche->bind_param('ssssss', $suche_nach, $suche_nach, $suche_nach, $suche_nach, $suche_nach, $suche_nach, $suche_nach);
    &suche->execute();
    $suche->bind_result($Categories, $SubCategory, $ProblemDescription, $ProblemSolution, $Responsible, $Impact, $Probability);
    while ($suche-<fetch())
    {
        $daten[] = (object) array ('Category' => $Category, 'SuCategories' => $SubCategory, 'ProblemDescription' => $ProblemDescription, 'Responsible' => $Responsible, 'Impact' => $Impact, 'Probability' => $Probability);
    }
    $suche->close();
    $Category = '';
    $SubCategory = '';
}

```

```
$ProblemDescription = '';  
$Responsible = '';  
$Impact = '';  
$Probability = '';  
}  
?>
```

Quelltext 5: Schlüsselwortsuche, Quelle: Eigene Darstellung.

Mit diesem letzten Code sind alle Schritte zur Umsetzung der Visualisierung abgeschlossen.

Ziel dieser Arbeit ist es, einen in allen Engineering-Zentren einsetzbaren Ablaufprozess für den Wissensaufbau und ein entsprechendes Werkzeug zur Ableitung von Problemlösungen zu entwickeln. Mittels Verifizierung und Validierung soll der Zielerreichungsgrad geprüft werden.

### 6.2.4 Verifizierung und Validierung

Die Verifizierung prüft, ob die dafür notwendigen technischen Anforderungen an das Werkzeug eingehalten wurden. Die anschließende Validierung dient der Kontrolle ob die von den Stakeholdern definierten Ziele erreicht wurden.

Wie geplant, wurden zwei verschiedene Möglichkeiten der Problemfallsuche umgesetzt. Demnach besteht die Option, via Textsuche oder über die Entscheidungsmatrizen nach Problemfällen zu suchen. Bei der zweiten Suchvariante reicht die Auswahl per Mausklick, und die zugehörigen Daten werden angezeigt. Bei beiden Suchmöglichkeiten ist das Ergebnis der Lösungsvorschlag beziehungsweise die Handlungsempfehlung zu den dokumentierten Problemfällen. Die Datenausgabe enthält unter anderem eine kurze Problembeschreibung, den Lösungsvorschlag und den Namen einer verantwortlichen Person. Die grafische Darstellung erfolgte in Form einer Matrix. Die Datenspeicherung erfolgt zur Sicherheit in doppelter Form, einmal über die Datenbank der Webanwendung und einmal im Laufwerk der Firma in Form einer Excel-Datei, die gleichzeitig die Prototypenlösung darstellt. Bezogen auf die Schnittstellen wurde, wie geplant, erfolgreich mittels *PHP* ein *Serverscript* zur Verbindung mit der Datenbank und der Weboberfläche erstellt. Somit wurden aus technischer Sicht alle Ziele erreicht.

Unterstützung bei der Validierung erfolgte durch dieselben Stakeholder, die zur Definition der Anforderungen beigetragen haben. Ein Testlauf, der mittels Checkliste kritisch betrachtet wurde, diente der effizienten Überprüfung. Der Excel-basierte Prototyp und die entwickelte Webanwendung fungierten als Testobjekte. Eine Einstufung durch Einfügen eines grünen Häkchens gilt als Bestätigung der Anforderungserfüllung. Wenn dies nicht zutraf, blieb das Feld leer und eine Anmerkung inklusive Erläuterungen wurde eingefügt. Abbildung 22 zeigt die Ergebnisse des Testlaufes.

## Entwicklung deskriptives Entscheidungsmodell

Anforderungen	Umsetzungstatus		Anmerkungen
	Microsoft Excel	Web-anwendung	
<b>Userinterface</b>			
Einfache Bedienbarkeit	✓	✓	
keine Schulungen notwendig	✓	✓	Spezielle Schulungen sind nicht notwendig, die Erstellung einer einfachen Bedienungsanleitung oder die Vorstellung des Werkzeuges in Meetings wäre sinnvoll
Suchfunktion und Auflistung	✓	✓	
<b>Inhalte</b>			
eindeutige Lösungen	✓	✓	
Kategorisierung	✓	✓	
Priorisierung	✓	✓	
<b>Output</b>			
kurze prägnante Inhalte	✓	✓	
grafische Darstellungen	✓	✓	
unbeschränkter Zugriff auf Daten	✓	✓	
<b>Übergreifende Anforderungen</b>			
Erweiterungen nur durch Administrator		✓	Eine lediglich durch den Administrator mögliche Erweiterung der Inhalte ist nur bei der Webanwendung sichergestellt
interaktives Tool		✓	Eer Prototyp besitzt nicht die gewünschten interaktiven Funktionen
eindeutiger Mehrwert	✓	✓	
kein Mehraufwand oder zusätzliche Kosten	✓	✓	

Abb. 22: Umsetzungserfüllungsgrad der stakeholderspezifischen Anforderungen, Quelle: Eigene Darstellung.

Der entwickelte Excel-basierte Prototyp erfüllt nicht alle definierten Anforderungen. Durch Passwortschutz und das Sperren von Zellen ist es zwar möglich, die Manipulation durch Dritte zu vermeiden. Die Bearbeitung der Datei kann aber nicht endgültig ausgeschlossen werden. Zudem ist die gewünschte Form von Interaktivität nur unter Einschränkungen möglich beziehungsweise die Umsetzung mit einem sehr hohen Aufwand verbunden, der den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Die Webanwendung hingegen erfüllt alle definierten Anforderungen, sowohl die technischen als auch die stakeholderspezifischen.

Was bisher nicht Berücksichtigung fand, sind die Sicherheits-Anforderungen des Unternehmens. Demnach ist es nicht möglich, die entwickelte Webanwendung in der aktuellen Form im Intranet zu implementieren. Es müssen strenge Sicherheitsstandards erfüllt werden. Zudem müsste ein Genehmigungsprozess gestartet werden, der einige Wochen in Anspruch nehmen würde. Deshalb empfiehlt es sich, eine bereits vorhandene Ressource zu nutzen. Das Risikomanagementtool bietet die passende Oberfläche dafür. Allerdings wurde es größtenteils von einer externen Programmierfirma entwickelt, weshalb ein entsprechendes Budget für die Einbindung der deskriptiven Entscheidungsmodelle lukriert werden müsste. Bevor dies getan werden kann, fiel die Entscheidung, das Werkzeug im Detail zu testen, um den Mehrwert in der operativen Projektarbeit sicherzustellen. Das entwickelte Tool soll somit innerhalb der nächsten zehn Monate durch diverse Projektleiter und Projektleiterinnen offline getestet und die Wissensbasis so weit wie möglich ausgebaut werden. Erst danach entscheidet ein Gremium, ob das benötigte Budget zur Verfügung gestellt wird.

Ziel dieser Arbeit ist es, ein fertiges, einsetzbares Werkzeug zu präsentieren. Die nachfolgende Abbildung zeigt, wie dies trotz der genannten Hindernisse erreicht wird.

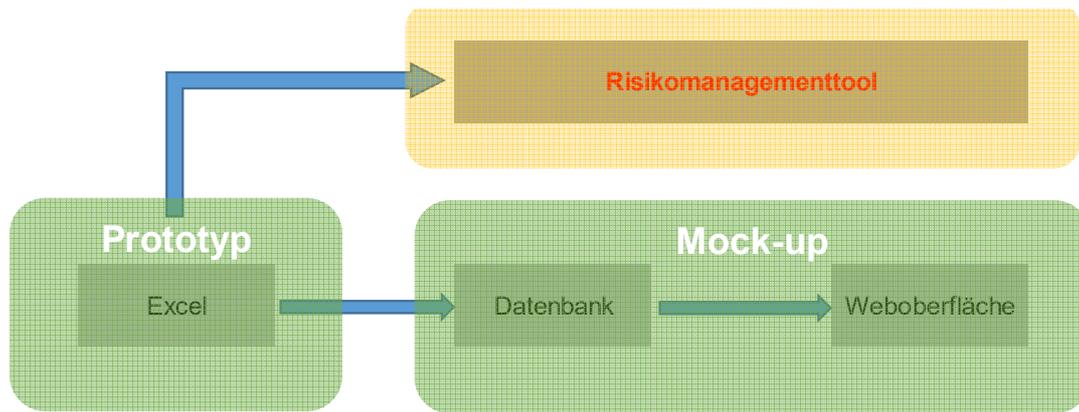


Abb. 23: Aufteilung in Prototyp und Mock-up-Anwendung, Quelle: Eigene Darstellung.

Die Excel-basierte Wissensbasis stellt demnach den Prototypen der Anwendung dar. Die Datei kann beliebig erweitert und getestet werden. Die Webanwendung dient als Mock-up und als Testobjekt für die grafische Umsetzung. Nach Ende der Probezeit und der Freigabe des Budgets kann der Prototyp als Basis für die Implementierung in das Risikomanagementtool verwendet werden. Obwohl einer sofortigen Implementierung unternehmensseitig Grenzen gesetzt sind, kann mit dieser Vorgehensweise das geplante Ziel erreicht werden. Es gibt auch aus anderen Blickwinkeln betrachtet Grenzen für das entwickelte Modell.

### 6.2.5 Modellgrenzen

Ein Modell ist immer eine Vereinfachung und Abstraktion der Wirklichkeit. Dies führt automatisch zur ersten Einschränkung der entwickelten deskriptiven Entscheidungsmodelle. Es können nicht im Vorhinein alle potenziellen Probleme identifiziert und abgefangen werden. Nur bereits gemachte Erfahrungen von Kollegen und Kolleginnen und nur jene, die diese bekannt gaben, konnten Berücksichtigung finden. Auch die zukünftige technische Weiterentwicklung und Entdeckung neuer Technologien kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht aufbereitet werden. Die Erweiterung der Wissensbasis ist somit ein iterativer Prozess. Dazu sind das regelmäßige Abfragen von Problemfällen und die Erweiterung der Wissensbasis nötig.

Zudem können aus den deskriptiven Entscheidungsmodellen keine eindeutig richtigen Lösungen, sondern lediglich Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Die endgültige Entscheidung darüber, wie mit einem Problem umgegangen wird, liegt bei dem Projektleiter oder der Projektleiterin.

Was die Erstellung der Webanwendung betrifft, konnten für die benötigten Funktionen keine wesentlichen Grenzen identifiziert werden.

## 6.3 Output der Modellentwicklung

Der Output der Entwicklung der deskriptiven Entscheidungsmodelle ist die strukturierte sowie standardisierte Sammlung, Aufbereitung und Bereitstellung des Wissens und der Erfahrungen von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen. Bisher wurden Vorgehensweisen und Techniken beschrieben, die nötig sind, um dies umzusetzen. Die folgenden Diagramme und die zugehörigen Tabellen im Anhang ab Seite 92 veranschaulichen die Inhalte und Details dazu. Die gemeldeten Problemfälle beziehungsweise deren Lösungen sind immer im Kontext zur genauen Problemdefinition zu betrachten. Zudem werden in den nachfolgenden Unterkapiteln die jeweils kritischsten Problemfälle betrachtet und erläutert.

Berücksichtigung fanden alle Rückmeldungen, die bis 28.11.2019 eingegangen sind. Zur besseren Übersicht sind die Darstellungen bereits entsprechend der Kategorien *Timing*, *Work Content*, *Change Management* und *Organisation/Resources* gegliedert. Die in den Entscheidungsmatrizen sichtbaren Themen entsprechen den bisher identifizierten Subkategorien.

## 6.4 Kategorie Timing

Die folgende Abbildung zeigt die Entscheidungsmatrix der Kategorie *Timing* zum 28.11.2019.

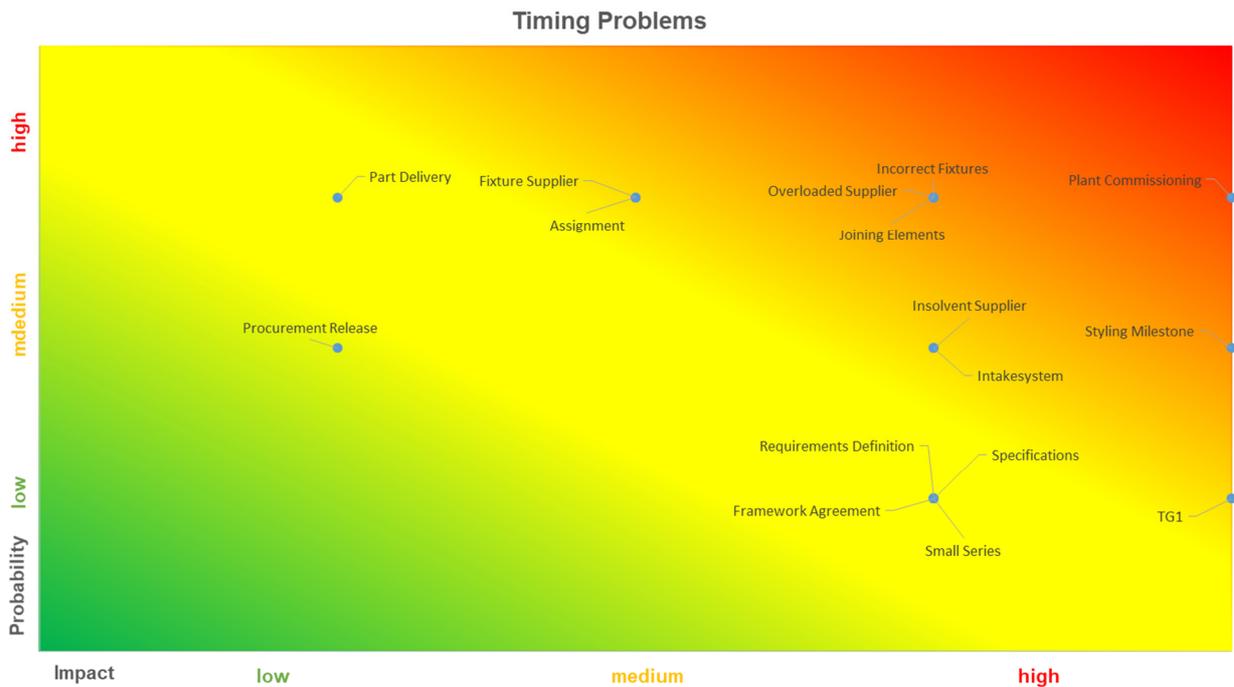


Abb. 24: Entscheidungsmatrix Timing-Problems Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.

Innerhalb dieser Kategorie gab es über fünfzehn gemeldete Problemfälle. Diese verteilen sich gleichmäßig auf den mittleren und hohen Einflussbereich beziehungsweise die Eintrittswahrscheinlichkeit. Die wesentlichsten Erkenntnisse beziehen sich einerseits auf Probleme mit Lieferanten. Diese wurden oft zu spät erkannt, um noch korrigierend einlenken zu können. Die gelieferten Teile und Vorrichtungen entsprachen nicht in der gewünschten Qualität, da der Lieferant mit dem Auftrag überfordert war. Auch Insolvenzscenarien wurden rückgemeldet. Mit Hilfe des deskriptiven Entscheidungsmodells kann für künftige Projekte unter anderem abgeleitet werden, wie viel Zeitreserven berücksichtigt werden sollten oder worauf bei der Lieferantwahl besonders zu achten ist. Andererseits hat fehlender Input seitens der Kunden in vielen Fällen zu Terminverschiebungen geführt. Solche Fälle sind besonders kritisch zu betrachten, denn sie haben einen wesentlichen Einfluss auf Projektinhalte und Kosten. Die zugehörigen Lösungsvorschläge beinhalten unter anderem Beschreibungen der Auswirkungen und Tipps zur Verhinderung ähnlich gearteter Probleme. Das am kritischsten zu betrachtende Thema betrifft die Anlageninbetriebnahme. Aufgrund von Lieferverzögerungen wurde eine Anlage nicht gemäß Zeitplan in Betrieb genommen. Die führte wiederum zu einem verzögerten Projektstart und hohen Zusatzkosten. Eine allgemeingültige Lösung zu finden, ist in diesem Fall schwierig, da der Einfluss auf Dritte oft nicht sonderlich groß ist. Eine Idee, um diesem Problem entgegen zu wirken, besteht im Festlegen des Liefertermins mit dem Lieferanten schon zum Zeitpunkt der

Bestellung. Weitere Details zu den in der Kategorie *Timing* identifizierten Problemen befinden sich im Anhang ab Seite 92. Die nächste Kategorie beinhaltet alle Problemfälle zum Thema *Work Content*.

## 6.5 Work Content

Die Kategorie *Work Content* beinhaltet in Zahlen betrachtet die meisten Rückmeldungen. Über fünfzig verschiedene Probleme wurden identifiziert. Inhaltlich gesehen beinhaltet diese Kategorie die meisten Probleme technischer Art und bezieht sich zumeist auf spezielle Fahrzeugbauteile. Die folgende Abbildung zeigt die Entscheidungsmatrix der Kategorie *Work Content* zum 28.11.2019

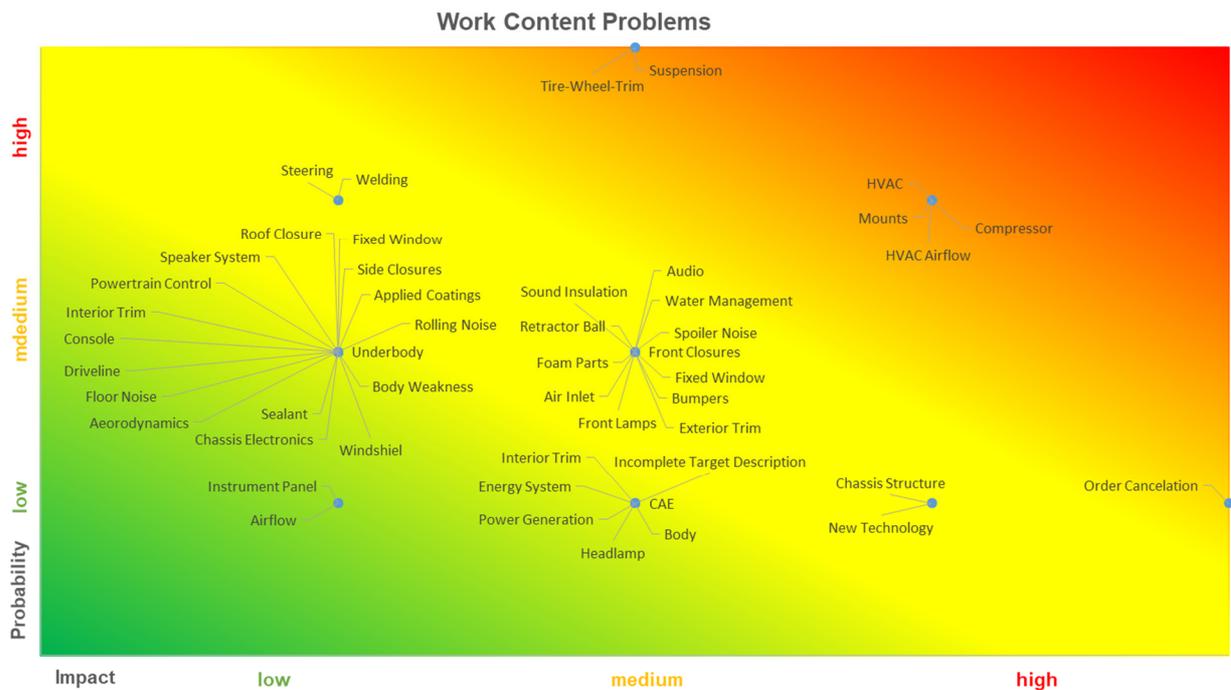


Abb. 25: Entscheidungsmatrix Work-Content-Problems Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.

Die Problemfälle sind den unterschiedlichsten Bereichen wie Fahrwerk, Interieur, Karosserie, Exterieur oder Elektrik/Elektronik zuordenbar. Nur wenige der gemeldeten Problemfälle sind als kritisch zu betrachten. Ein Projektabbruch ist bezüglich der Eintrittswahrscheinlichkeit eher niedrig einzustufen, die Auswirkungen sind allerdings kritisch zu sehen. In diesem Fall ist es oft nur möglich, Schadensbegrenzung zu betreiben, ausständige Forderungen einzuholen und eine offene Kommunikation mit dem Kunden zu pflegen. Probleme mit den anderen im kritischen Bereich angezeigten Komponenten lösen zumeist die Suche nach neuen Styling-Lösungen oder die Findung neuer Umsetzungsvarianten aus. Diese sind wiederum mit hohen Kosten verbunden oder nicht durch das Projektteam beeinflussbar, da vom Kunden vorgegeben. Besonders interessant ist die Einordnung des Themas *Neue Technologien*. Aktuell wird der Einfluss als eher kritisch betrachtet, die Eintrittswahrscheinlichkeit hingegen eher niedrig. Dies korreliert zwar mit der genauen Definition der zu betrachtenden Technologie und deren Komplexität, es wird sich in Zukunft, basierend auf den aktuellen Trends in der Automobilindustrie bezüglich der Wahrscheinlichkeit weiter in den gelben bis roten Bereich verschieben.

Weitere Details zu den in der Kategorie *Work Content* identifizierten Problemen befinden sich im Anhang ab Seite 92. Die nächste Kategorie beinhaltet alle Problemfälle zum Thema *Change Management*

## 6.6 Change Management

Die Kategorie *Change Management* umfasst neun rückgemeldete Problemfälle. Zwar ist sie dadurch momentan die kleinste Kategorie, sie beinhaltet aber den ersten von insgesamt drei hochkritischen Punkten. Die folgende Abbildung präsentiert diesen und die anderen identifizierten Probleme zum 28.11.2019.

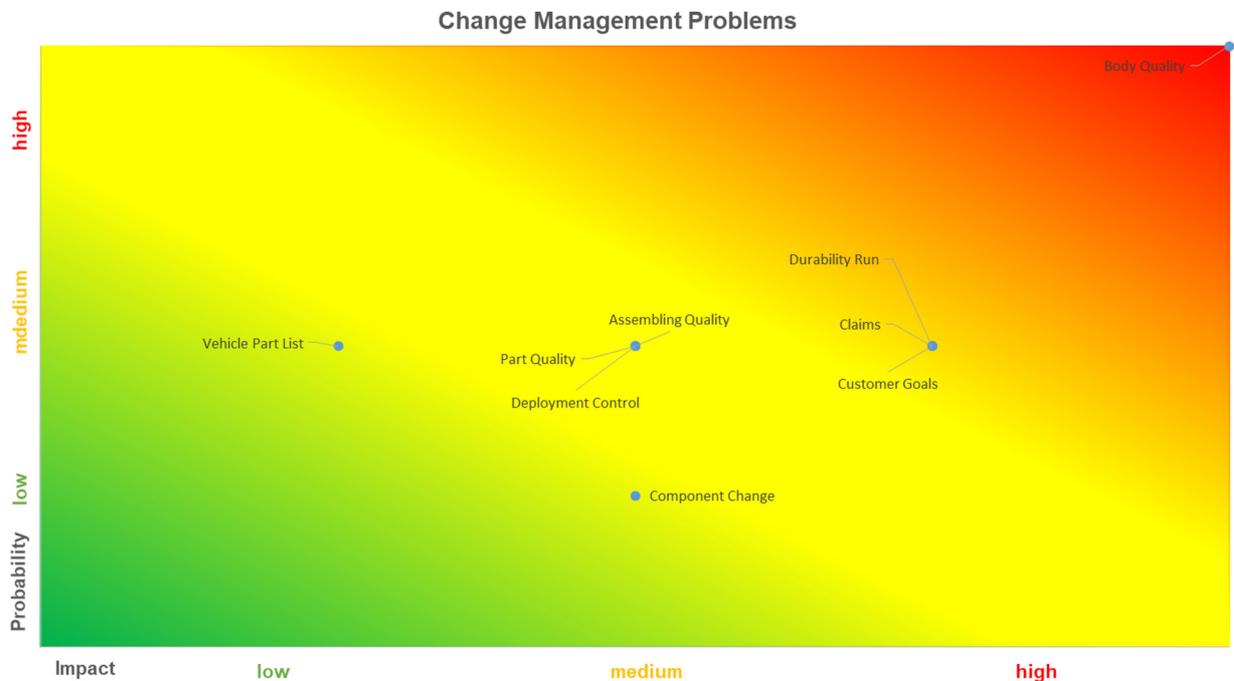


Abb. 26: Entscheidungsmatrix Change-Management-Problems Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.

Werden für ein Entwicklungsprojekt Prototypen gefertigt, müssen hierfür genauso Voraussetzungen und Anforderungen wie für die Serienfertigung erfüllt werden. Wird zum Beispiel die vom Sublieferanten gefertigte Fahrzeugkarosse nicht in der vereinbarten Qualität geliefert, ergeben sich unter anderem massive, nicht geplante Nacharbeiten. Dies löst wiederum unnötige Kosten aus. Sind Themen wie diese nicht vorab genau definiert oder vertraglich festgehalten, beginnen Diskussionen über die Verantwortlichkeit sowie eine langwierig Problemlösungsphase. Im Vergleich dazu sind Probleme hinsichtlich marginaler Veränderungen an den Zielen seitens der Kunden, allgemeine Reklamationen oder Dauerläufe einfacher zu beheben. Auf die als weniger kritisch eingestuft Themen wird in weiterer Folge nicht eingegangen. Details zu allen Problemen befinden sich im Anhang ab Seite 92. Die nächste Kategorie beinhaltet Problemfälle zum Thema *Organisation/Resources*.

## 6.7 Organisation/Resources

Die Kategorie *Organisation/Resources* beinhaltet die beiden anderen, als hochkritisch eingeschätzten Problemfälle. Die folgende Abbildung zeigt die Entscheidungsmatrix mit allen dieser Kategorie zugehörigen Themen.

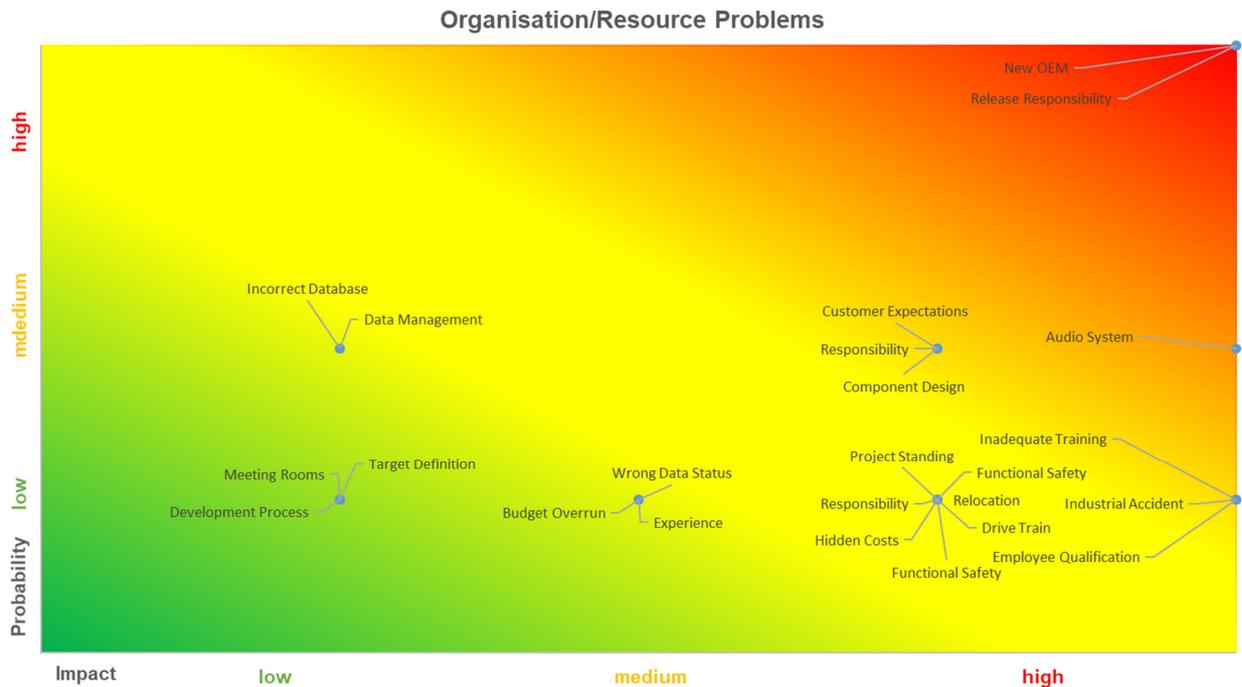


Abb. 27: Entscheidungsmatrix Organisation/Resources-Problems Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.

Ein neuer OEM beziehungsweise ein Kunde oder eine Kundin, die nicht der Automobilbranche zugehörig sind, sind als äußerst kritisch einzustufen. Ebenso wie undefinierte Verantwortlichkeiten stellen sie ein Risiko für den erfolgreichen Abschluss eines Projektes dar. New Entrants sind, was ihre Zahlungsfähigkeit und die konsequente Umsetzung der Strategie betrifft nur schwer einschätzbar. Das Fehlen von definierten Verantwortlichkeiten kann unter anderem rechtliche Probleme mit sich bringen. Hier empfiehlt es sich, schon vorab Handlungsschritte zu formulieren, wie in den jeweiligen Fällen vorgegangen werden soll.

Ein weiteres, kritisch eingestuftes Thema hinsichtlich der Auswirkungen betrifft das Audio-System. In diesem konkreten Fall konnte die Audioanlage vom Sublieferanten nicht wie vom Kunden gewünscht produziert werden. Entsprechend waren eine Überarbeitung von Teilen des Fahrzeugarchitekturkonzepts und eine Abstimmung mit dem Kunden über die erforderlichen Mehrkosten nötig.

Ebenfalls als hochkritisch im Hinblick auf den Auswirkungsgrad eingestuft wurden Themen, die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen betreffen. Dem kann allerdings mit den entsprechenden Mitteln wie Schulungen und Vorsichtsmaßnahmen entgegengewirkt werden.

Alle betrachteten Entscheidungsmatrizen unterscheiden sich einerseits in der Anzahl der Problemfälle und andererseits hinsichtlich der Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten. Trotzdem können sie anhand derselben Kriterien kritisch betrachtet und reflektiert werden.

Die folgende Reflexion beginnt mit der Feststellung eines Verbesserungsbedarfes und schließt mit der Beschreibung des Ergebnisses. Darüber hinaus folgen Informationen rund um das erhaltene Feedback zu der Entwicklung der deskriptiven Entscheidungsmodelle.

## 6.8 Reflexion und Feedback

Die Vorarbeiten zur Entwicklung der deskriptiven Entscheidungsmodelle begannen bereits im Juli 2018. Es entstand der Bedarf nach einem Ablaufprozess, um proaktiv die Projektarbeit zu unterstützen, Wiederholungsfehler zu vermeiden und einen positiven Projekterfolg zu gewährleisten. Erste Entwürfe wurden erstellt und mit Unterstützung von Projekt- und Abteilungsleitern im Rahmen von Abstimmungsmeetings adaptiert und ausgearbeitet. Noch Ende desselben Jahres fanden firmenintern die Verabschiedung der entstandenen Methodiken, das Peer-PREview und das Peer-REview statt. Es folgten Feldtests im Rahmen von fünf Großprojekten. Über einen Zeitraum von sechs Monaten wurden über einhundert Problemfälle gemeldet und die zugehörigen Problemlösungsvorschläge erfasst. Da zur Betrachtung Großprojekte mit einer Beteiligung von mehr als drei Fachbereichen herangezogen wurden, war die Auswahl an geeigneten Projekten eingeschränkt.

Die alleinige Sammlung der Daten führte allerdings noch zu keinem Mehrwert. Ein Bedarf nach einem Werkzeug, das die Problemfälle und zugehörigen Lösungen in einfacher übersichtlicher Weise zusammenfasst, visualisiert und den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen zur Verfügung stellt, wurde identifiziert. Das Programm Excel bildete die Basis zur Erstellung eines Prototyps. Das Mock-up zur Präsentation der potenziellen Darstellungstechniken wurde über eine Webanwendung realisiert. Die Implementierung in die bereits vorhandene Ressource war aus zeit- und budgettechnischen Gründen nicht umsetzbar. Die Prototyp-Lösung ist demnach ein Kompromiss, der eingegangen werden musste. Nichtsdestotrotz konnte das eigentliche Ziel, das Werkzeug global zur Verfügung zu stellen, durch Verlinkung der Datei im Intranet zu Testzwecken erreicht werden.

Fast alle Schritte konnten, so wie in der Planungsphase beschrieben, umgesetzt werden. Die einzige Ausnahme bildet die Datenvisualisierung mittels Flussdiagrammen. Dies beruht einerseits auf dem Wunsch der Stakeholder nach der Priorisierung der Problemfälle und andererseits auf den Inhalten der Rückmeldungen. Diese sind oft höchst spezifisch, sodass sich keine allgemeinen Handlungsabläufe definieren lassen. Aus diesem Grund wurde die Darstellungsform geändert und die der Matrix gewählt. Im Speziellen handelt es sich um eine Design-Structure-Matrix, die es ermöglicht, Gewichtungen vorzunehmen und Abhängigkeiten darzustellen. Es hat sich somit bewährt, in der Theorie unterschiedliche potenzielle Darstellungsformen zu betrachten, um den Aufwand bei einer Änderung dieser so gering wie möglich zu halten. Es ist nicht immer möglich, im Vorhinein alle potenziellen Einflussgrößen zu berücksichtigen. Im Rahmen dieser Arbeit ist es zum großen Teil gelungen, Anforderungen und Spezifikationen aus den verschiedensten Blickwinkeln zu betrachten und die notwendigen Schnittstellen zu berücksichtigen. Die Problematik hinsichtlich der einzuhaltenden IT-Security-Standards des Unternehmens wurde allerdings verspätet identifiziert und berücksichtigt. Für weitere ähnlich geartete Vorhaben wäre es ratsam, firmeninterne Regelungen im Rahmen der Anforderungsdefinition zu betrachten.

Eine weitere Erkenntnis betrifft den Aufbau der Wissensbasis. Dieser gestaltete sich wesentlich komplexer und zeitintensiver als erwartet. Dem liegt einerseits die Tatsache zu Grunde, dass bei den zu befragenden Personen erst ein gewisses Verständnis für den Mehrwert der Anwendung geschaffen werden musste. Andererseits erschwert der Kosten- und Termindruck in laufenden Projekten die Bereitschaft der Projektleiter, sich Zeit für dieses Thema zu nehmen. Anhand des Inhalts der Rückmeldungen ist klar zu erkennen, dass die Expertise im Unternehmen vorhanden ist. Die Bereitschaft, das Fachwissen weiterzugeben, ist

verbesserungswürdig. Die Schaffung entsprechender Anreize ist ein aufwändiges Thema, das separat betrachtet werden muss. Oft sorgen sich Kollegen und Kolleginnen, dass sie durch Weitergabe ihres Wissens ihren Wert für das Unternehmen verlieren. Hier gilt es, die Bedenken auszuräumen, was durch klare Kommunikation auch seitens der Linienorganisation erreichbar ist. Denn auch für diese entsteht durch das Abfragen und Sammeln von Spezialwissen ein klarer Vorteil. Aus den Rückmeldungen können nicht nur Empfehlungen für Fahrzeugentwicklungsprojekte, sondern auch generelle Verbesserungspotenziale für andere Abteilungen abgeleitet werden. Durch genaue Analyse der Inhalte oder Schlagwortsuche können unter anderem Verbesserungspotenziale für die Projektmanagementabteilung oder die Personalabteilung ermittelt werden. Stellt sich heraus, dass es Probleme aufgrund des Mangels an Fachpersonal gegeben hat, könnte dies beim Start eines ähnlichen Projektes bereits berücksichtigt und geschultes Personal rechtzeitig aufgebaut werden.

Seitens der in die Entwicklung und Testung des Ablaufprozesses involvierten Personen gab es keinerlei Feedback, das Änderungen oder Anpassungen verursachen würde. Die durchgeführten Abstimmungsmeetings fanden am 21. und 28. Oktober 2019 im Rahmen von offenen Diskussionsrunden statt. Dabei äußerten einzelne Teilnehmende Wünsche, denen aber nach Abstimmung in derselben Runde nicht nachgegangen werden sollte.

Abschließend lässt sich festhalten, dass gegenüber den Projektteams ein Zugang geschaffen wurde, sich mit potenziellen Projektproblemen proaktiv zu beschäftigen und nicht erst zu dem Zeitpunkt, wenn Probleme in Erscheinung treten. Die folgende Zusammenfassung beinhaltet einen Überblick über die Umsetzungsschritte und Ergebnisse der deskriptiven Entscheidungsmodelle.

## 6.9 Zusammenfassung

Dieses Kapitel stellt detailliert die praktische Umsetzung der theoretischen Ansätze dar. Zunächst wird der für das Sammeln der Problemfälle benötigte Ablaufprozess entwickelt. Nach dem Abfragen der benötigten Informationen durch die entstandenen Peer-REviews beziehungsweise Peer-REviews gilt es, das generierte Wissen aufzubereiten und global zur Verfügung zu stellen. Um dies zu gewährleisten, wurden alle nötigen Schritte zur Erstellung des passenden Werkzeuges durchgeführt. Wesentliche Themen waren die Definition der Anforderungen an die Entscheidungsmodelle, die Identifikation der Schnittstellen, der Aufbau der Wissensbasis selbst sowie die Datenverarbeitung mittels Modellierung und Visualisierung. Eine anschließende Verifizierung und Validierung diente dazu, die Zielerreichung der bis dahin umgesetzten Schritte zu überprüfen. Grenzen des Modells wurden aufgezeigt und eine Reflexion sowie ein erstes Feedback festgehalten.

Im Rahmen des Outputs der Modellentwicklung erfolgten die Sammlung der erstellten Modelle sowie deren Bereitstellung an alle Engineering-Projektmitarbeiter und -Projektmitarbeiterinnen über das firmeninterne Netzwerk zu ersten Testzwecken. Unabhängig von Tageszeit und Ort kann so Zugriff auf die ermittelten Problemfälle gewährleistet werden. Die dafür benötigte Datensammlung und die anschließende Datenaufbereitung erfolgten via Excel. Dabei handelt sich um ein tabellenbasiertes Tool, das einfach in der Handhabung ist und jedem Mitarbeiter und jeder Mitarbeiterin im Engineering zur Verfügung steht. Ein großer Vorteil besteht darin, dass keine speziellen Schulungen durchgeführt werden müssen, da Excel, was ein-

fache Anwendungen betrifft, benutzerfreundlich ist. Die Entwicklung der Webanwendung dient als Visualisierungsmöglichkeit, wie ein interaktives Tool gestaltet und verwendet werden kann, da eine Implementierung in das firmeninterne Risikomanagementtool zu diesem Zeitpunkt nicht möglich war.

Aus der Kombination der in diesem Kapitel definierten Ansprüche an die deskriptiven Entscheidungsmodelle und den Umsetzungsbeispielen lässt sich allerdings ein Lastenheft für eine spätere Implementierung ableiten. Dieses besteht aus allen bisher definierten Anforderungen an das System, dem Tabellenblatt *Database of Identified Problems* (siehe Anhang ab Seite 90) als Datenbasis beziehungsweise Strukturierung des Inputs und der Datenmodellierung beziehungsweise Datenvisualisierung zur Information, wie der Output gestaltet werden soll.

Das nächste Kapitel beschäftigt sich zunächst mit der Definition der Testfälle und Erläuterungen zu den einzelnen Szenarien. Nach der Durchführung der eigentlichen Simulationen werden die Ergebnisse festgehalten und kritisch verifiziert sowie validiert. Es werden Grenzen der Simulationen betrachtet und anschließend reflektiert.

## 7 SIMULATION DES DESKRIPTIVEN ENTSCHEIDUNGSMODELLS

Zur Durchführung der Simulationsanwendungen werden zwei Testfälle betrachtet. Dabei handelt es sich um Beispiele, die sich am operativen Projektleben orientieren. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, die Anwendungsfallvarianten so realistisch wie möglich zu simulieren. Zu Beginn erfolgt eine allgemeine Beschreibung der Problemsituation. Dabei fungieren anonymisierte Fahrzeugentwicklungsprojekte als Ausgangsbasis. Aus Datenschutzgründen werden für diese Projekte generische Namen wie *Alpha*, *Beta* und *Gamma* vergeben. Für jeden Test-Case werden im nächsten Schritt Rahmenbedingungen und Variablen festgelegt. Danach folgt die eigentliche Simulation, die der Testung des Prototyps dient. Um den Prototypen nutzen zu können, müssen Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen im Intranet eingeloggt sein. Über die Navigation oder den Suchbegriff *Problemmanagement* gelangt man direkt zur Excel-Datei. Diese beinhaltet alle bis zum Zeitpunkt des Abrufens der Daten gesammelten Informationen und wird einmal pro Monat aktualisiert. Bei Bedarf kann die Updatefrequenz jederzeit erhöht werden. Die folgende Abbildung zeigt die Implementierung im Intranet.



Abb. 28: Implementierung des Prototypwerkzeuges Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.

Da die Vorgehensweise, zum Prototypwerkzeug zu gelangen, immer dieselbe ist, wird in weiterer Folge nicht mehr darauf eingegangen. Jeder weitere Aspekt wird im Detail dokumentiert und im Anschluss kritisch analysiert. Berücksichtigt wird der gesamte Prozess von der Identifikation des Problemfalls über die Suche nach der Problemlösung bis zur Darstellung des endgültigen Ergebnisses. Der letzte Schritt umfasst zusätzlich die Beurteilung der Aussagekraft des Outputs.

### 7.1 Operative Anwendungsfälle

Die an den Simulationen beteiligten Stakeholder umfassen alle Fachbereichsleiter des Engineering Zentrums Austria sowie deren jeweilige Technical Manager. Die folgenden Testfälle repräsentieren zwei wesentliche Problemauslöser, die laut Befragung der Stakeholder gravierenden Einfluss auf den Erfolg eines Projektes haben.

Das betrifft unter anderem:

- Projekte mit New Entrants
- Projekte mit umfassendem Entwicklungsaufwand

Die Simulationen selbst laufen immer in derselben Reihenfolge ab:

1. Aufrufen des Prototypenwerkzeuges
2. Suche nach Problemfällen
3. Ausgabe der Problemlösungen

Vor Durchführung der Simulationen erfolgt die Beschreibung der jeweiligen Testszenarien. Der erste zu betrachtende Testfall betrifft das Projekt Alpha.

### 7.1.1 Projekt Alpha – New Entrant

Bei Projekt Alpha handelt es sich um ein Projekt mit einem Kunden, der nicht in der Automobilbranche tätig ist, sondern plant, sein Produktportfolio durch Entwicklung und Vertrieb eines eigenen Fahrzeuges zu erweitern. Die geplanten Vertriebsmärkte umfassen Europa und die NAFTA-Länder. Entwickelt wird das Fahrzeug in Österreich. Der Produktionsstandort steht zum Zeitpunkt der Projektbeauftragung noch nicht fest. Geplant sind vier unterschiedliche Fahrzeugvarianten vom Drei- bis zum Fünftürer, basierend auf einer neuen Plattform. Der zu erreichende Startzeitpunkt der Produktion ist Ende 2021.

#### 7.1.1.1 Rahmenbedingungen und Variablen

Bei einem Projekt mit einem New Entrant gibt es außer den eigenen firmeninternen Kompetenzen keinerlei Erfahrungen mit dem Neukunden oder der Neukundin, auf denen aufgebaut werden kann. Es gibt viele unbekannte Variablen, die zumeist zu Projektstart nicht bekannt sind. In diesem Fall empfiehlt es sich, eine umfassendere Recherche innerhalb der deskriptiven Entscheidungsmodelle durchzuführen und alle diesem Thema zugehörigen potenziellen Problemfälle zu betrachten. Simuliert wird der Fall einer eher allgemein gehaltenen Suchanfrage nach dem Schlüsselwort New Entrant. Folgend wird das gesamte Vorgehen beschrieben und das Simulationsergebnis präsentiert.

#### 7.1.1.2 Durchführung der Simulation

Auf das Prototypwerkzeug wird über das Intranet zugegriffen. Nach dem Öffnen der Datei wird im ersten Schritt über die Suchfunktion eine Schlüsselwortsuche nach New Entrant durchgeführt. Das zugehörige Ergebnis ist in der nachfolgenden Abbildung zu sehen.

Sub Category	Problem Description	Problem Solution	Responsible
New OEM	New entrant, missing document landscape (standard parts catalogue, production standards, requirement specifications, final acceptance protocols, ...) These must be created by yourself (guarantee quality and sustainability). There are no testing standards, which (customer) standards should be used	Draw up a catalogue of measures for dealing with new entrants, carry out a detailed risk assessment, pre feasibility phase necessary, prepayment on the part of the customer contractually recorded, Develop payment plan with controlling department	Quotation and Project Leader
Target Definition	The client is a new entrant. There are no clear targets.	Through good communication with the customer, a balanced relationship between overfulfilment and underfulfilment can be achieved.	Project Leader

Abb. 29: Suchanfrage New Entrant Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.

Als Ergebnis erscheinen zwei dokumentierte Problemfälle, die beide der Kategorie *Organisation/Resources* angehören. Gemäß dem ersten Problemfall kommt es in Projekten mit New Entrants zu Schwierigkeiten in der Projektabwicklung, da meist keine geregelte Dokumentenlandschaft vorhanden ist. Es fehlen Dinge wie Normteilkataloge, Produktionsstandards, Pflichtenhefte, Endabnahmeprotokolle und vieles mehr. Diese müssten eigentlich vom Kunden selbst erstellt werden. Ohne klare Regelung dieser Punkte kann das entsprechende Projekt nicht realisiert werden. Die zugehörige Problemlösung beziehungsweise Hand-

lungsempfehlung sieht momentan die Erstellung eines Maßnahmenkatalogs für den Umgang mit New Entrants vor. Zudem sollte spätestens vor Projektstart eine detaillierte Risikobewertung durchgeführt werden. Im Hinblick auf eine potenzielle Zahlungsunfähigkeit seitens des Kunden oder der Kundin müssen Vorauszahlung vertraglich geregelt werden und ein entsprechender Zahlungsplan muss in Abstimmung mit der Controlling-Abteilung definiert werden. Bei der Umsetzung von Fahrzeugentwicklungsprojekten sollte unbedingt vermieden werden, in Vorleistung zu gehen.

Der zweite erfasste Problemfall ist wesentlich allgemeiner gehalten. Die Aussage lautet, dass von Seiten des Kunden oder der Kundin keine klaren Ziele festgelegt wurden. Der zugehörige Lösungsvorschlag besteht darin, eine gute Kommunikation mit dem Kunden oder der Kundin zu führen, damit ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Über- und Untererfüllung der Ziele erreicht werden kann. Es wäre empfehlenswert, diesen Input inhaltlich zu erweitern, da er vom Detaillierungsgrad und Informationsgehalt her in dieser Form keinen wesentlichen Mehrwert bringt.

Nicht nur durch die Schlüsselwortsuche, auch über die Entscheidungsmatrix kann nach relevanten Begriffen gesucht werden. Dies bringt den Vorteil, dass besonders kritische Themen sofort auffallen und entsprechend berücksichtigt werden können. Im rechten oberen Bereich der Abbildung befindet sich der zuvor in Abbildung 34 identifizierte Sub-Category-Begriff *New OEM*.

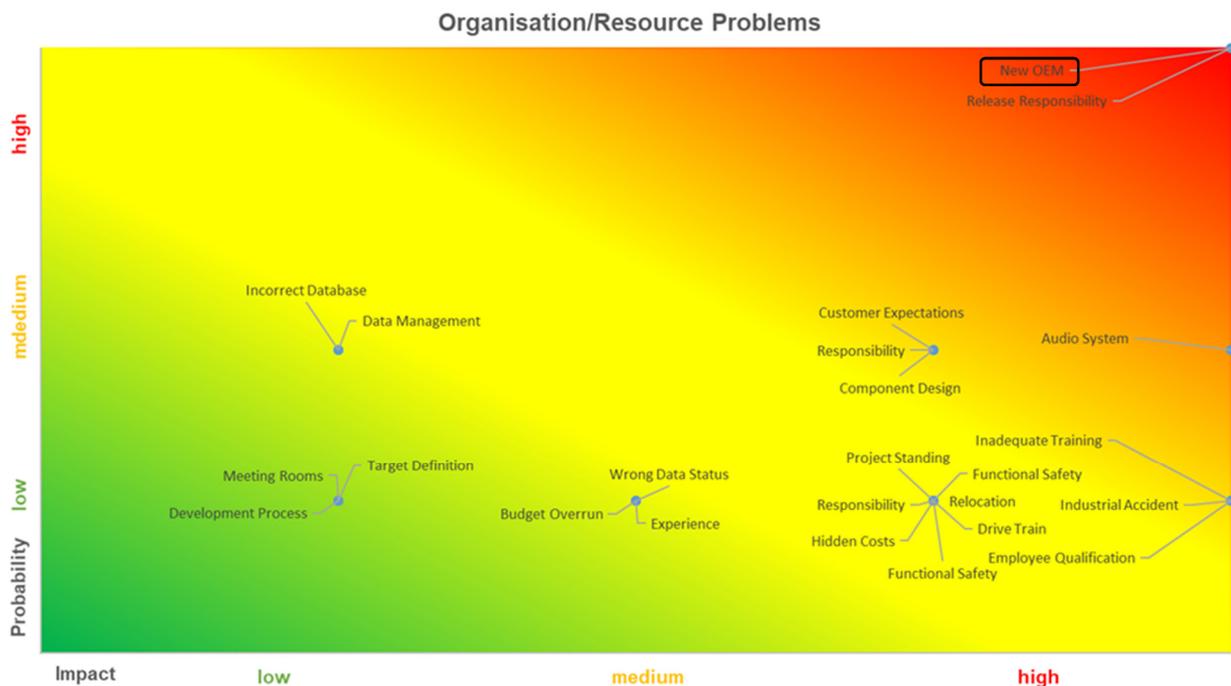


Abb. 30: Suchanfrage New Entrant via Entscheidungsmatrix Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.

Da das Prototypwerkzeug kein interaktives Vorgehen zulässt, muss in den Daten nach dem Suchbegriff *New OEM* recherchiert werden. Daraus ergibt sich wiederum dasselbe Ergebnis, wie in Abbildung 27 zu sehen war.

Da momentan keine Projekte mit New Entrants als Kunden abgeschlossen sind, bedarf es der weiteren Problemfallerfassung, sobald diese verfügbar sind beziehungsweise auftreten. Ein Ausbau der Wissensbasis in diesem Bereich ist auch aufgrund der aktuellen Trends in der Automobilindustrie anzuraten.

### 7.1.1.3 Auswertung des Simulationsergebnisses

Das Simulationsergebnis wirkt ernüchternd, da bis zum jetzigen Zeitpunkt lediglich zwei Problemfälle und Lösungsvorschläge erfasst wurden. Die Entscheidungsmatrix verdeutlicht aber einerseits die Wichtigkeit, mit der dieses Thema betreffende Probleme eingestuft werden sollten. Andererseits zeigt das Ergebnis auf, wie bedeutsam es ist, weitere Daten zu sammeln, und es bildet den Anlass für das Projektmanagement, dieses Thema zu priorisieren und den Peer-Review-Prozess schon während aktuell laufender Projekte zu starten. Systemseitig betrachtet hat der Prototyp einwandfrei funktioniert. Nichtsdestotrotz wäre es empfehlenswert, dem Thema der New Entrants nach Erhalt weiterer Problemfälle und zugehöriger Lösungen eine separate Entscheidungsmatrix zuzuweisen.

## 7.1.2 Projekt Beta – Chassis Development

Bei Projekt Beta handelt es sich um ein Projekt mit einem asiatischen OEM. Ziel ist die Erstellung eines Fahrwerksdesigns und die entsprechende Entwicklung des Fahrwerkes mit einem geplanten Produktionsstart in der zweiten Jahreshälfte 2021. Basierend auf der Plattform eines Geländewagens werden seitens des Kunden Mule-, Prototypen- und PTO-Fahrzeuge gewünscht. Inhaltlich werden unter anderem CAE-Simulationen (Festigkeit, Ermüdung, Steifigkeit etc.) sowie ein Validierungsplan für die System- und Komponentenkonstruktion gefordert.

### 7.1.2.1 Rahmenbedingungen und Variablen

Bei diesem Beispiel wird keine Schlüsselwortsuche, sondern die Recherche über die Entscheidungsmatrizen durchgeführt. Dabei werden alle vier Matrizen nach relevanten Begriffen durchsucht. Die Inputvariablen lauten:

- Front Axle
- Wheel Suspension
- Rear axle
- Springs
- Dampers
- Wheels
- Tires
- Steering System
- Drive Train
- Brakes
- Driver Assistance Systems
- Pedals
- Parking Break
- Fuel System
- Mounts
- Underbody
- Chassis
- Trim

### 7.1.2.2 Durchführung der Simulation

Auf das Prototypwerkzeug wird wiederum über das Intranet zugegriffen. Nach dem Öffnen der Datei werden die einzelnen Entscheidungsmatrizen nach den Inputvariablen durchsucht. Sofern die vorabdefinierten Variablen in den Matrizen zu finden sind, werden diese in den nachfolgenden Abbildungen markiert.

In der Kategorie *Timing* wurden keine relevanten Begriffe identifiziert. Die Kategorie *Work Content* hingegen beinhaltet sieben zu den Variablen passende potenziell interessante Themen. Sie werden in der folgenden Abbildung durch einen farbigen Rahmen hervorgehoben.



Die beschriebenen Problemlösungen werden gesammelt in der nächsten Abbildung dargestellt.

Sub Category	Problem Description	Problem Solution	Responsible
Driveline	rolling noise, booming, whinning, ride comfort	high quality roller bearings, suspension mount tuning	Group Leader
Steering	secondary ride, steering system noise	steering column stiffness, soft steering wheel	Group Leader
Suspension	rolling noise, booming noise, ride comfort	high quality roller bearings, mass damper, suspension mount tuning	Group Leader
Tire-Wheel-Trim	rolling noise, secondary ride	narrow and high tires, additional plies tires, tire pressure variation, tire runout reduction, wheel with homogeneous load distribution	Group Leader
Chassis Structure	powertrain noise, rolling noise	attachment points dynamic stiffness, normal modes, FEM optimization	Group Leader
Mounts	engine noise, secondary ride due to engine vibrations, torque ripple, reducer noise, reduced package for capsulation and insulators	powertrain mount tuning	Group Leader
Underbody	acoustic sensitivity, ride comfort reduction due to vibration	careful development of front structure	Group Leader
Body Weakness	body weakness	structure development and optimisation by FEM	Group Leader
Chassis Electronics	acoustic radiation	capsulation	Group Leader

Abb. 32: Suchergebnis Chassis – Kategorie *Work Content* Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.

In der Kategorie *Organisation/Resources* wurde ein weiterer interessanter Begriff identifiziert. Beim Problemfall *Drive Train* führten Probleme mit dem hinteren Antriebsstrang dazu, dass das erste Konzeptfahrzeug nicht vor dem Winter fertiggestellt werden konnte. Die folgende Abbildung zeigt, dass diese Problematik, was die Auswirkungen betrifft, als eher kritisch eingestuft wird.

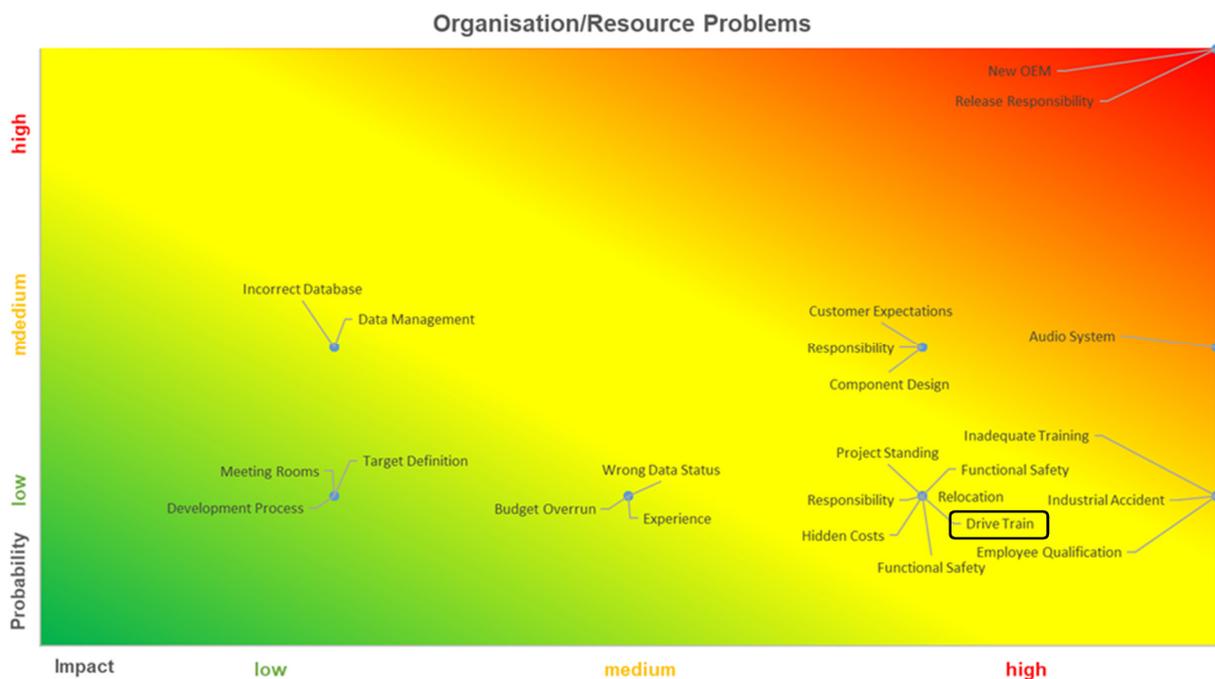


Abb. 33: Suchanfrage Chassis Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.

Da zu einem späteren Zeitpunkt keine entsprechende Testeinrichtung zur Verfügung stand, hätte entweder unter einem hohen Zeitverlust oder unter Berücksichtigung zusätzlichen Kosten (Tests im Ausland)

weitergearbeitet werden müssen. Durch Findung eines neuen Lieferanten kann die zeitliche Verschiebung etwas verkürzt werden. Trotzdem wäre der entsprechende Zeitaufwand zu berücksichtigen. Zudem müsste der Hinterachsantrieb neu definiert werden. Die beschriebene Problematik wird in der nächsten Abbildung dargestellt.

Sub Category	Problem Description	Problem Solution	Responsible
Drive Train	Problems with the rear drive train lead to the fact that the first Concept Vehicle cannot be completed before winter.	Due to the lack of testing facilities, this either results in a high loss of time or additional costs (TEsts in another country). If a new supplier has to be found, a corresponding amount of time has to be planned. The rear axle drive must also be redefined.	Project Leader

Abb. 34: Suchergebnis *Chassis Status* 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.

### 7.1.2.3 Auswertung des Simulationsergebnisses

Bezüglich des Projektes Beta wurden insgesamt zehn potenzielle Problemfälle gefunden. Die zugehörigen Lösungsvorschläge sind stichwortartig beschrieben. Da bei technischen Themen die Problemlösung oft der Berücksichtigung weiterer Aspekte bedarf, können die beschriebenen Lösungswege besonders in diesem Fall lediglich als Handlungsempfehlungen verstanden werden. Durch deren detaillierte Erläuterung könnte der Mehrwert jedoch erhöht werden.

## 7.1.3 Projekt Gamma – Electrification

Im Rahmen von Projekt Gamma findet eine Kooperation mit einem Start-up-Unternehmen statt. Gemeinsam mit dem Kunden soll ein E-Fahrzeug entwickelt werden. Absatzmarkt ist Europa, Asien und Nordamerika. Das Fahrzeug soll in Österreich entwickelt und produziert werden. Bei dem geplanten Fahrzeug handelt es sich um einen fünftürigen SUV. Basierend auf einem vorhandenen Spenderfahrzeug beziehungsweise einer Spenderplattform gilt es, dieses Fahrzeug in ein Elektrofahrzeug zu modifizieren. Voraussichtlicher Produktionsstart ist Ende 2023.

### 7.1.3.1 Rahmenbedingungen und Variablen

Wie bei Testfall Alpha werden vorab Schlüsselvariablen definiert, nach denen in späterer Folge über die Suchfunktion gesucht wird. Folgende Begriffe wurden dafür definiert:

- Electric Engine
- Electrification
- Battery
- Charger
- Motor Controller

### 7.1.3.2 Durchführung der Simulation

Auf das Prototypwerkzeug wird wie in den bisherigen Beispielen über das Intranet zugegriffen. Nach dem Öffnen der Datei wird einzeln nach den definierten Variablen gesucht. Sowohl die Stichwortsuche als auch die anschließende Recherche durch Analyse der Entscheidungsmatrizen führten zu keinem Ergebnis. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass bis zu diesem Zeitpunkt noch keine entsprechenden Informationen in der Datenbasis erfasst wurden.

### **7.1.3.3 Auswertung des Simulationsergebnisses**

Fehlende Informationen lösen den Bedarf nach einem Peer-REview zu diesem Thema aus. Auch wenn keine Problemlösungen betrachtet werden konnten, bringt die durchgeführte Simulation den Vorteil mit sich, dass eine Wissenslücke aufgedeckt und entsprechend behoben werden kann – unter der Voraussetzung, dass entweder bereits ein ähnliches Projekt abgearbeitet wurde und aus Erfahrungswerten Wissen gesammelt werden kann oder durch die Befragung von Experten Spezialwissen zu diesem Thema weitergegeben werden kann.

Die folgende Verifizierung und Validierung dient dem Zweck der kritischen Betrachtung und Bewertung der oben beschriebenen Ergebnisse.

## **7.2 Verifizierung und Validierung des Prototypwerkzeuges**

Im Rahmen der Simulationen rechtfertigt das Ziel der Verifizierung und Validierung den Einsatz des deskriptiven Entscheidungsmodells statt eines Realversuchs. Angepasst an die Aufgabenstellung dieser Masterarbeit bedeutet dies unter anderem das Bewerten des Prototypenwerkzeuges auf Funktionalität und Reliabilität.

Aus technischer Sicht funktioniert der Prototyp einwandfrei. Es traten weder beim Öffnen der Datei noch bei den Suchvorgängen Schwierigkeiten auf. Lediglich die fehlende interaktive Nutzbarkeit des Werkzeuges verhindert eine noch effizientere Suche nach Problemfällen. Für beide Anwendungsfälle konnten jeweils mehrere Problemfälle sowie zugehörige Lösungsvorschläge identifiziert werden. Inhaltlich unterscheiden sich die Handlungsempfehlungen insofern, als dass vorwiegend technische Themen eher stichwortartig beschrieben werden. Allgemeinere, weniger techniklastige Themen wurden ausführlicher erläutert. Auf diesen Aspekt wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen. In Kapitel 7.5 wird dies ausführlicher erörtert.

Durch Verwendung des Prototypenwerkzeuges können bereits in anderen Projekten aufgetretene Probleme proaktiv betrachtet und Lösungsansätze recherchiert werden. Somit können ähnlich geartete Probleme frühzeitig erkannt und mit den richtigen Maßnahmen rechtzeitig verhindert werden, ohne – im Optimalfall – das aktuelle Projekt zu belasten. Damit ist der Einsatz des deskriptiven Entscheidungsmodells sinnvoll. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Ergebnisse aus Suchanfragen die Grundlage für zusätzliche Optimierungen am Entscheidungsmodell identifizieren können. Dieser Aspekt wird im nachfolgenden Kapitel erörtert.

## **7.3 Berücksichtigung des Outputs der Simulationen**

Der Vergleich zwischen erwarteten und tatsächlichen Ergebnissen aus den Simulationen schafft eine effiziente Möglichkeit, Verbesserungen am Modell durchzuführen. Wie bereits im vorangegangenen Unterkapitel beschrieben, funktioniert der Prototyp aus technischer Sicht einwandfrei. Kritisch zu betrachten sind die Ergebnisse der Recherchen. Diese sollten generell auf Vollständigkeit sowie Aussagekraft überprüft werden. Bezüglich der Vollständigkeit der abgefragten Informationen empfiehlt es sich, bei der Suchanfrage mit der in Excel vorhandenen Suchfunktion zu arbeiten. Beim Projekt Beta könnten auf diese Weise noch zwei weitere potenziell relevante Problemfälle identifiziert werden. Die nächste Abbildung zeigt deren Inhalt.

Sub Category	Problem Description	Problem Solution	Responsible
Powertrain Control	modulation between front and rear drivetrains	software application and stiff mounts	Group Leader
Energy System	stiffness issue on the underbody, sound transmission loss, relay noise	FEM optimization (30 Hz target), SEA optimization, heavy layer insulation, concentrated mass, insulation	Group Leader

Abb. 35: Erweitertes Suchergebnis *Chassis* Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.

Dabei handelt es sich um Themen, die für Projekt Beta relevant sein könnten, aufgrund der Suche über die Entscheidungsmatrizen beziehungsweise aufgrund ihrer Subkategorie-Bezeichnungen aber nicht entsprechend identifiziert wurden. Dieser Schwierigkeit kann während der Testphase und Nutzung des Prototypenwerkzeuges entgegengewirkt werden, indem Nutzer und Nutzerinnen entsprechend sensibilisiert werden, in erster Linie die standardmäßige Suchfunktion zu nutzen. Durch das Wachsen der Datenbasis beziehungsweise die strukturierte Erweiterung der Wissensbasis wird die Einführung von Subentscheidungsmatrizen notwendig, die orientiert an den in Kapitel 5 beschriebenen Subsystemen die Suche in späterer Folge übersichtlicher gestalten.

Auch wenn eine Plausibilisierung der rückgemeldeten Problemfälle nicht Ziel dieser Arbeit ist, sollte dies in weiterer Folge berücksichtigt werden. Einige Rückmeldungen enthalten stichwortartige Beschreibungen der Problemfälle und Lösungen. Für Dritte sind die Informationen und Lösungswege in dieser Form eher schwierig nachzuvollziehen. Demnach sollte bei der Erfassung weiterer Punkte eine Plausibilitätsprüfung der Inhalte durchgeführt werden. Das Ausmaß beschränkt sich dabei darauf, zu beachten, dass einfache nachvollziehbare Inhalte formuliert werden. Zudem wäre es ratsam, Personen auf Wunsch der Peers bei erstmaligem Ausfüllen der Questionnaires zu begleiten und so bei Bedarf Einträge entsprechend zu präzisieren. Aus den Simulationsergebnissen können eindeutige Rückschlüsse auf das jeweilige Problem gezogen werden, um daraus konkrete Lösungsvorschläge abzuleiten. Für jedes erfasste Problem gibt es somit mindestens eine Lösung. Der Output ist allein von der Qualität des Inputs abhängig. Durch diese Einschränkung werden nicht nur dem Modell, sondern auch den Simulationen Grenzen gesetzt.

## 7.4 Simulationsgrenzen

Problemszenarien innerhalb laufender Projekte durchzuspielen würde, einen enormen Aufwand bedeuten. Das deskriptive Entscheidungsmodell und die Simulationen von Testfällen zeigen, wie wertvoll es ist, Problemfälle zu sammeln und Lösungsvorschläge abzuleiten. Neben der Zeit- und Kostenersparnis können problematische Szenarien anhand der gesammelten Daten betrachtet und bearbeitet werden. In operativen Projekten fehlen dafür Zeit, Budget und Arbeitskraft, um dies parallel zur Projektarbeit umzusetzen.

Den Simulationen selbst sind im Prinzip dieselben Grenzen gesetzt wie dem Modell. Es können nur jene Problemthemen berücksichtigt werden, denen auch Daten zugrunde liegen. Eine Simulation kann zwar theoretisch zu jedem Inhalt durchgeführt werden. Sind aber keine Problemfälle vorhanden, so würde das Ergebnis der Simulation, so wie in Projekt Gamma, keine bearbeitbaren Inhalte beziehungsweise Daten liefern. Auch hier wird deutlich, wie essenziell der weitere Ausbau der Wissensbasis ist. Zusätzlich zur weiteren Sammlung von Problemfällen und ihren Lösungen sollte aber auch Feedback zur Nutzung des Prototyps eingeholt und berücksichtigt werden.

## 7.5 Reflexion und Feedback

Der Einsatz des Prototypenwerkzeuges und dessen Testung durch drei Simulationsszenarien verliefen erfolgreich. Dafür wurden im ersten Schritt die grundlegenden Informationen zu den Testfällen erläutert. Danach erfolgte die Definition der zugehörigen Rahmenbedingungen und Variablen. Im Anschluss begannen die eigentlichen Simulationen. Nacheinander wurde jede Tätigkeit betrachtet und dokumentiert. Anschließend wurden die Simulationsergebnisse kritisch reflektiert und Verbesserungspotenziale aufgezeigt. Die Durchführung der Simulationen erstreckte sich über einen Zeitraum von drei Wochen. Die größte Schwierigkeit bestand darin, geeignete Testfälle zu definieren, da diese tatsächliche Projekte widerspiegeln sollten, ohne die Datenschutzregelungen zu verletzen.

Bei Betrachtung des Outputs der Simulationen ist deutlich zu erkennen, wie unterschiedlich Problemfälle definiert werden, was die Art und Weise der Beschreibung der Inhalte betrifft. Kollegen und Kolleginnen aus der Linienorganisation gingen dabei weitaus detaillierter und genauer vor. Bei eher techniklastigen Themen wurden die Einträge stichwortartig festgehalten. Um in Zukunft eine bessere Lesbarkeit sowie Interpretierbarkeit zu gewährleisten, sollte Unterstützung bei der Erfassung der Problemfälle angeboten werden. Generell ist die Qualität der Inhalte stark von den jeweiligen Wissensträgern abhängig. Dies betrifft nicht nur die Art der Einträge, sondern auch die Einschätzung, wann ein Problem als kritisch anzusehen ist und wie hoch die Eintrittswahrscheinlichkeit ist. Auch wenn es klare Kriterien und Vorgaben für die Einstufung bezüglich *Impact* und *Probability* gibt, handelt es sich trotzdem um subjektive Einschätzungen der Experten. Eine offene Diskussionsrunde mit den Stakeholdern erreichte eine entsprechende Sensibilisierung für dieses Thema.

Die Qualität der eingetragenen Inhalte, sowie von etwaigen Auslegungsparameter muss und wird durch die im Peer PREview und REview Prozess eingesetzte Schlüsselperson sichergestellt. Dadurch können Überlappungen oder Widersprüche, innerhalb der Einträge abgefangen und Parameter hinterfragt sowie plausibilisiert werden.

Weiteres Feedback betrifft die Sinnhaftigkeit der Simulationen. Besonders der Testfall Gamma zeigt, dass Wissenslücken vorhanden sind. Deshalb lautete die Empfehlung, zumindest quartalsweise weitere Simulationen durchzuführen. Dies soll einerseits der Kontrolle der Datenqualität dienen und andererseits weitere Wissenslücken aufdecken. Über diesen Vorschlag hinaus wurden keine weiteren Verbesserungspotenziale identifiziert.

## 7.6 Zusammenfassung

Dieses Kapitel beschreibt die Simulation des deskriptiven Entscheidungsmodells. Nach einer allgemeinen Einführung wurden drei unterschiedliche Testfälle präsentiert. Wesentliche Bestandteile davon sind die Beschreibung des Testszenarios und der Rahmenbedingungen die Definition der Variablen, die Durchführung und Dokumentation der Simulation sowie die kritische Auseinandersetzung mit den Simulationsergebnissen. Alle drei Testfälle führten zu aussagekräftigen Ergebnissen. Projekt Alpha befasste sich mit der Problematik des Arbeitens mit einem New Entrant. Besonders kritisch sind Projekte mit diesen Kunden, da viele Punkte offen sind und sie den Aufwand hinter der Entwicklung eines Fahrzeugprojektes oft unter-

schätzen. Projekt Beta hat eine Chassis-Neuentwicklung zum Inhalt. Zusätzlich zu den über die Entscheidungsmatrizen identifizierten potenziellen Problemfällen konnten noch weitere Problemlösungen präsentiert werden. Innerhalb des Projektes Gamma wurden keine relevanten Themen zur Elektrifizierung, basierend auf einem Spenderfahrzeug, gefunden. Nichtsdestotrotz wurde eine Wissenslücke identifiziert. Sie kann durch Befragung eines entsprechenden Experten oder einer Expertin geschlossen werden.

Die Simulationen bilden generell die Basis zur Identifikation von Verbesserungspotenzialen des Modells. Diese wurden im Kapitel *Berücksichtigung des Outputs* im Detail erläutert.

Der Abschnitt zur Verifizierung und Validierung des Prototypenwerkzeuges diskutiert die Sinnhaftigkeit und den Mehrwert des Einsatzes dieses Tools, der eindeutig festgestellt werden konnte. Die Grenzen der Simulationen ähneln denen des Modells, da diese darauf aufbauen. Eine abschließende Reflexion betrachtet die dokumentierten Erkenntnisse und kommt zu dem Schluss, dass einerseits subjektive Einschätzungen und andererseits die Art und Weise, wie Experten und Expertinnen Informationen in die Questionnaires eintragen, einen wesentlichen Einfluss auf die Datenqualität haben. Eine Lösung, wie dem entgegengewirkt werden kann, wurde präsentiert. Ebenso wurde Feedback seitens der Stakeholder bezüglich der Weiterführung der Simulationen vermerkt.

Das nachfolgende Kapitel dient der Zusammenfassung der in dieser Arbeit gesammelten Erkenntnisse. Dafür wird in aller Kürze die Ausgangssituation beschrieben. Danach folgt eine detaillierte Betrachtung des Lösungsansatzes und der Ergebnisse. Die Erläuterung des Mehrwertes des deskriptiven Entscheidungsmodells rundet die Thematik ab.

## **8 CONCLUSIO UND AUSBLICK**

Diese Masterarbeit präsentiert ein Rahmenwerk, um Fahrzeugentwicklungsprojekte inhaltlich zu unterstützen, Fehler in Projekten zu vermeiden und einen positiven Projekterfolg zu gewährleisten. Mit Hilfe der Modelltheorie wurde eine Möglichkeit des proaktiven Handelns bei der Lösung von Problemen geschaffen. Dieses Kapitel fasst alle umgesetzten Arbeitsschritte zusammen.

### **8.1 Ausgangssituation**

Komplexe Arbeitsinhalte, eine große Anzahl an Entwicklungsprojekten und viele verschiedene Stakeholder erschweren eine effiziente Projektabwicklung. Eine hohe Fluktuationsrate, die teilweise fehlende Bereitschaft der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, Erfahrungswerte weiterzugeben, und ein hoher Auslastungsgrad verkomplizieren den Wissensaustausch innerhalb der Firma. Durch Verlust von Expertenwissen verläuft die Lösung von Problemsituationen oft zu langsam und ineffizient. Die Entwicklung eines deskriptiven Entscheidungsmodells und der Einsatz eines zugehörigen Werkzeuges sollen diesen Problemen proaktiv entgegenwirken.

### **8.2 Lösungsansatz und Ergebnisse**

Der Lösungsansatz zur Behebung der Problemstellung sah die Erarbeitung der dafür benötigten theoretischen Grundlagen und die Dokumentation der Überführung in die Praxis vor. Zu Beginn wurden allgemeine Informationen zum Unternehmen und zu den aktuellen Trends in der Automobilbranche präsentiert. Eine Literaturstudie schuf die Basis für den Umgang mit der Modelltheorie und den Simulationen. Neben grundlegenden Begriffen der Modellbildung wurden speziell für diese Arbeit benötigte Darstellungstechniken und das deskriptive Entscheidungsmodell erläutert. Zudem dienten Erörterungen zur Projektabwicklung einem besseren Verständnis der Problemstellung. Die bisher genannten Schritte mündeten in einem konkreten Modellierungskonzept, das wiederum den Ausgangspunkt für die gesamte praktische Umsetzung darstellt. Anhand der Entwicklung eines offiziellen Ablaufprozesses zur strukturierten Erfassung von Expertenwissen erfolgte der erste Schritt in Richtung des Zieles, nämlich einen in allen Engineering-Zentren einsetzbaren Prozess zum Aufbau einer Wissensbasis und zur Erstellung eines zugehörigen Werkzeuges zu generieren. Die Definition von Anforderungen an das Entscheidungsmodell und das Werkzeug schuf das nötige Rahmenwerk. Die Datenmodellierung und -visualisierung diente der grafischen Aufbereitung und Bereitstellung der gesammelten Informationen. Zur Bestimmung des Zielerreichungsgrads erfolgte im Anschluss eine Verifizierung und Validierung des deskriptiven Entscheidungsmodells. Das eigentliche Ergebnis stellen die geclusterten Entscheidungsmatrizen dar. Sie dienen der Repräsentation von Lösungsvorschlägen und der Ableitung von Handlungsempfehlungen. Darüber hinaus wurde die gesamte Vorgehensweise kritisch reflektiert und erhaltenes Feedback eingearbeitet.

Die Simulation von drei unterschiedlichen Testfällen ermöglichte eine detaillierte Überprüfung der Funktionsweise des Werkzeuges sowie eine Betrachtung unterschiedlicher Problemszenarien und deren Lösungsmöglichkeiten. Auch der Output aus den Simulationen wurde kritisch reflektiert und erhaltenes Feedback berücksichtigt. Sowohl das Modell als auch die Simulationen unterliegen gewissen Grenzen, die dokumentiert wurden. Aus dem gesamten beschriebenen Vorgehen ergibt sich folgender Mehrwert.

### 8.3 Mehrwert deskriptives Entscheidungsmodell

Unter Nutzung der selbst erstellten Questionnaires wurden insgesamt über einhundert Problemfälle gemeldet und die zugehörigen Problemlösungsvorschläge erfasst. Nach entsprechender Datenaufbereitung und Übertragung in das entwickelte Prototyp-Werkzeug wurden automatisch Entscheidungsmatrizen geclustert in die vier Hauptkategorien *Timing*, *Work Content*, *Change Management* und *Organisation/Resources* unterteilt. Durch Anwendung der Makros wurden innerhalb der Matrizen die Problemsubkategorien angezeigt. Dies hat den Vorteil, dass bei Betrachtung sofort eingeschätzt werden kann, wie kritisch ein Problem zu beurteilen ist beziehungsweise welcher Punkt eventuell keiner sofortigen Lösung bedarf. Der Excel-basierte Prototyp diente als Datenbasis für die zu Visualisierungszwecken beziehungsweise als Mock-up erstellte Webanwendung. Diese ermöglichte in späterer Folge die bedarfsgerechte Bereitstellung des benötigten Wissens. Die folgende Abbildung zeigt die Anzahl der erfassten Rückmeldungen, aufgeteilt auf die vier Hauptkategorien. Zudem dient die Farbgebung der Balken der Darstellung der Prioritätenstufe.

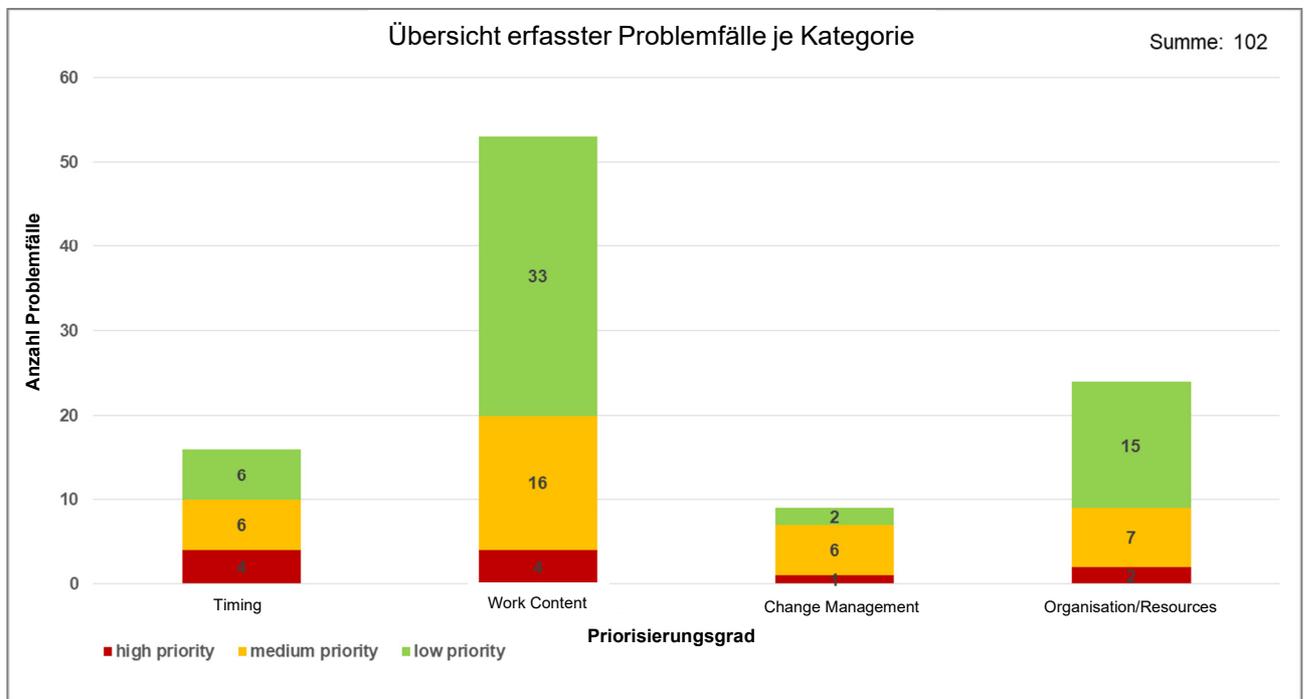


Abb. 36: Anzahl der Problemfälle nach Kategorie und Prioritätenstufe, Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.

Durch exakte Erfassung der Problemfälle und Lösungen konnte eine Wissensbasis aufgebaut werden. Damit kann negativen Effekten wie dem Wissensverlust durch Mitarbeiterfluktuation entgegengewirkt werden. Der Wissenstransfer innerhalb des Unternehmens und zwischen den Abteilungen wird unterstützt. Der Fahrzeugentwicklungsprozess kann in Zukunft effizienter und effektiver gestaltet werden. Zudem erlaubt das Ergebnis der Masterarbeit, einen anderen Blickwinkel auf Projekte einzunehmen. Durch Nutzung der Entscheidungsmatrizen können proaktiv Lösungen für Probleme gesucht werden. Neuen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen ermöglicht es einen schnellen ersten Einblick in die Projektwelt und deren Herausforderungen.

Durch Einbindung der Stakeholder beziehungsweise der Projektleiter ließ sich ermitteln, welche Probleme ausschlaggebend für den Misserfolg in Projekten sein können. Das generierte Wissen wurde mit Hilfe des Prototyps zur Verfügung gestellt und somit die Nutzung im operativen Projektleben ermöglicht. Der gewünschte Sollzustand wurde erreicht, da alle bisher genannten Punkte erfolgreich umgesetzt wurden.

Nicht vorher bestimmte Ziele fanden ebenfalls Berücksichtigung. Es war nicht geplant, langfristige Handlungspläne festzulegen, sondern es wurde die Möglichkeit geschaffen, frühzeitig potenzielle Probleme zu identifizieren. Zudem ist eine inhaltliche Plausibilisierung der Rückmeldungen nicht zielführend und wurde aus diesem Grund nicht durchgeführt. Der ermittelte Weiterentwicklungsbedarf wird im nachfolgenden Kapitel erläutert.

### **8.4 Ausblick**

Aus den Ergebnissen kann konkreter Weiterentwicklungsbedarf abgeleitet werden. Das geschaffene Rahmenwerk wurde eingesetzt, um implizites Wissen zu sammeln. Das Peer-REview beziehungsweise Peer-REview wurde verwendet, um ein strukturiertes Vorgehen zu gewährleisten. Dabei handelt es sich um ein iteratives Vorgehen. Probleme, die bisher nicht aufgetreten sind, können demnach auch noch nicht berücksichtigt werden. Deshalb ist es notwendig, mit Hilfe der Questionnaires weiterhin Erfahrungswerte zu sammeln und zu dokumentieren. Durch Nominierung einer verantwortlichen Person kann dies gewährleistet werden. Vierteljährliche Berichte über den Status der Weiterentwicklung der Wissensbasis stellen zudem eine Möglichkeit dar, den Fortschritt zu kontrollieren. Die dafür erstellten Unterlagen können nach Abschluss der Testphase für den Antrag der Budgetgenehmigung verwendet werden. Wird die Freigabe erteilt, kann die Implementierung in das bereits vorhandene firmeninterne Risikomanagementtool durchgeführt werden. Abgesehen von den in dieser Arbeit definierten Anforderungen ergeben sich zusätzliche Weiterentwicklungsvorschläge. Bei einigen Lösungsansätzen wurde angemerkt, dass nützliche Dokumente wie Checklisten zur Verfügung gestellt werden können. Ein entsprechender Vermerk im Prototypwerkzeug verweist darauf. Die Einbindung in das Risikomanagementtool wäre allerdings sinnvoller, da dadurch Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen direkt auf die Dateien zugreifen können.

Bis zu einer Anzahl von ungefähr dreihundert Problemfällen kann die Clusterung in die vier Hauptkategorien beibehalten werden. Wird diese Zahl überschritten, empfiehlt es sich wie in Kapitel 5 in Zusammenhang mit dem Modellierungskonzept angemerkt, das System begrifflich weiter in Subkategoriematrizen aufzugliedern. Damit ist eine übersichtlichere Darstellung möglich. Sollte diese Form der Visualisierung den gestellten Ansprüchen nicht genügen, muss über eine andere Variante nachgedacht und diese entsprechend entwickelt und implementiert werden.

Mit steigender Zahl der Problemfälle steigt auch die Komplexität. Abhängigkeiten zwischen Problemlösungsbeschreibungen können entstehen. Um diese sichtbar zu machen kann wiederum die Design Structure Matrix eingesetzt werden, um daraus entstehende Synergien optimal zu nutzen. Für die praktische Umsetzung sowie Systemimplementierung ist eine Abstimmung mit dem externen Programmierer nötig.

Neben Erkenntnissen für die Projektarbeit bietet das deskriptive Entscheidungsmodell beziehungsweise das entwickelte Werkzeug Vorteile für die Linienorganisation. Falls sich herausstellt, dass es in gewissen Bereichen an Spezialwissen mangelt, kann mittels Suche nach qualifizierten Personen entsprechend gegengesteuert werden.

Bis zum jetzigen Zeitpunkt sind noch nicht alle Schritte automatisiert. Potenzial besteht bei der Zusammenführung der Questionnaires in das Basisdokument sowie dem Hochladen der Daten in die Datenbank der Webanwendung. Beide Themen können durch die Einbettung von entsprechenden Makros gelöst werden. Da sich die Technik in Fahrzeugentwicklungsprojekten stetig weiterentwickelt, sollte dies auch bei den eingesetzten Werkzeugen der Wissensaufbereitung geschehen. Die Technik kann allerdings noch so innovativ und fortschrittlich sein – sofern sie nicht genutzt wird, bringt sie keinen Mehrwert. Das trifft auch auf das deskriptive Entscheidungsmodell und das Werkzeug zu. Nur sofern Kollegen und Kolleginnen beziehungsweise Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen darauf zugreifen und die Informationen nutzen, wird ein Mehrwert für das Unternehmen generiert. Deshalb ist es unerlässlich, den wesentlichen Schritt der offiziellen Präsentation des Tools und der Wissensbasis zu vollziehen. Nach Abschluss der Testphase des Mock-ups und der Überführung in das Risikomanagementtool soll dies im Rahmen der Mitarbeiterversammlungen geschehen, die quartalsweise in jedem Engineering-Zentrum stattfinden. Danach ist nicht nur der Ablaufprozess, sondern auch das Werkzeug entsprechend verortet.

## LITERATURVERZEICHNIS

### Gedruckte Werke

Adamski, Dirk (2014): *Simulation in der Fahrwerktechnik*, 2. Auflage, Springer Verlag, Wiesbaden

Argyris, Athanassios (1977): *Optimale Fertigungsablaufplanung: Kritische Überprüfung und Erwägung des Ablaufplanungsproblems und Entwicklung statischer und dynamischer Ablaufplanungsmodelle in der Werkstattfertigung*, 1. Auflage, Ducker & Humblot, Berlin

Bornemann, Manfred; Reinhardt, Rüdiger (2008): *Handbuch Wissensbilanz – Umsetzung und Fallstudien*, 1. Auflage, Erich Schmidt Verlag GmbH & Co, Berlin

Decker, Reinhold; Kroll, Frank; Meißner, Martin, Wagner; Ralf (2015): *Marketing – eine entscheidungsorientierte Einführung*, 1. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg

Elmasri, Ramez; Navathe, Shamkant (2009): *Grundlagen von Datenbanksystemen*, 3. Auflage, Pearson, München

Fischer, Manuel (2005): *Entwicklung erfolgreicher Webanwendungen*, 1. Auflage, Bitkom, Berlin

Gadatsch, Andreas (2019): *Datenmodellierung – Einführung in die Entity-Relationship-Modellierung und das Relationenmodell*, 2. Aufl., Springer Vieweg, Wiesbaden

Haberfellner, Reinhard. (1992): *Projektmanagement*, 3. Aufl., Poeschel, Stuttgart

Joiner Associates (2002): *Flow Charts – Plain & Simple*, 1. Auflage, Oriol Incorporated, USA

Laux, Helmut; Gillenkirch, Robert M.; Schenk-Mathes, Heike (2012): *Entscheidungstheorie*, 1. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg

Schnieder, Eckehard (1999): *Methoden der Automatisierung*, 1. Auflage, Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden

Stachowiak, Herbert (1973): *Allgemeine Modelltheorie*, 1. Auflage, Springer Verlag, Wien

Staud, Josef L. (2005): *Datenmodellierung und Datenbankentwurf*, 1. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg

Wagner, Anna (1988): *Wege zum Modell - Eine Annäherung an das Machen und den Umgang mit Modellen im Gestaltungs-Prozess*, 1. Auflage, hdk Berlin, Berlin

### Online-Quellen

Business Dictionary (Hrsg) (2019): *Definition Simulation*,  
<http://www.businessdictionary.com/definition/simulation.html> [Stand 22.03.2019]

Dataviz Catalogue (Hrsg) (2019): *Bubble Chart*,  
[https://datavizcatalogue.com/methods/bubble\\_chart.html](https://datavizcatalogue.com/methods/bubble_chart.html) [03.03.2019]

Gabler Wirtschaftslexikon (Hrsg.) (2019): *Definition Modell*,  
<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/modell-39245> [Stand 03.03.2019]

- Gabler Wirtschaftslexikon (Hrsg.) (2019): *Definition Hierarchie*,  
<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/hierarchie-35110> [Stand 03.03.2019]
- Gabler Wirtschaftslexikon (Hrsg.) (2019): *Definition Simultaneous Engineering*,  
<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/simultaneous-engineering-43704> [05.03.2019]
- Magna International (Hrsg.) (2019): *Unternehmensprofil*,  
[https://corporate.intranet.magnasteyr.com/de/web/ms-intranet/corporate-info#http://cms.intranet.magnasteyr.com/ms/CO/portal/64\\_DEU\\_PIN.php](https://corporate.intranet.magnasteyr.com/de/web/ms-intranet/corporate-info#http://cms.intranet.magnasteyr.com/ms/CO/portal/64_DEU_PIN.php) [Stand 19.02.2019]]
- Magna Steyr (Hrsg.) (2019): *Vision/Mission/Politik/Strategie*,  
[https://corporate.intranet.magnasteyr.com/de/web/ms-intranet/corporate-info#http://cms.intranet.com/ms/CO/portal/65\\_DEU\\_PIN.php](https://corporate.intranet.magnasteyr.com/de/web/ms-intranet/corporate-info#http://cms.intranet.com/ms/CO/portal/65_DEU_PIN.php) [Stand 17.02.2019]]
- Magna Steyr (Hrsg.) (2019): *Joint Venture mit Altran in Marokko*,  
[https://corporate.intranet.magnasteyr.com/de/web/ms-intranet/corporate-info#http://cms.intranet.magnasteyr.com/msathome/INT/CO/portal/3768\\_DEU\\_PIN.php](https://corporate.intranet.magnasteyr.com/de/web/ms-intranet/corporate-info#http://cms.intranet.magnasteyr.com/msathome/INT/CO/portal/3768_DEU_PIN.php) [Stand 20.02.2019]]
- Magna Steyr (Hrsg.) (2019): *Joint Venture mit BJEV in China*,  
[https://corporate.intranet.magnasteyr.com/de/web/ms-intranet/corporate-info#http://cms.intranet.magnasteyr.com/msathome/INT/CO/portal/3768\\_DEU\\_PIN.php](https://corporate.intranet.magnasteyr.com/de/web/ms-intranet/corporate-info#http://cms.intranet.magnasteyr.com/msathome/INT/CO/portal/3768_DEU_PIN.php) [Stand 21.02.2019]]
- McKinsey's (Hrsg.) (2016): *Disruptive trends that will transform the auto industry*,  
<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/disruptive-trends-that-will-transform-the-auto-industry> [Stand 18.02.2019]]
- Organisationshandbuch (Hrsg.) (2019), *Ursache-Wirkungs-Diagramme und Matrizen*,  
[https://www.orghandbuch.de/OHB/DE/Organisationshandbuch/6\\_MethodenTechniken/63\\_Analysetechniken/632\\_Ursache-Wirkungs-Diagramm/ursache-wirkungs-diagramm-node.html](https://www.orghandbuch.de/OHB/DE/Organisationshandbuch/6_MethodenTechniken/63_Analysetechniken/632_Ursache-Wirkungs-Diagramm/ursache-wirkungs-diagramm-node.html) [05.03.2019]
- Risk Management Network (Hrsg.) (2012): *Simulationen in der Unternehmenssteuerung*,  
<https://www.risknet.de/themen/risknews/simulationen-in-der-unternehmenssteuerung/f09362d226cd047b79f6c0936a8c8b9c/> [Stand 25.03.2019]
- Strategy& (Hrsg) (2018): *Transforming Vehicle Production*,  
<https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/transforming-vehicle-production.html> [Stand 12.09.2019]
- Shell (Hrsg) (2013): *PKW Szenarien 2040*,  
[https://www.prognos.com/uploads/tx\\_atwpubdb/140900\\_Prognos\\_Shell\\_Studie\\_Pkw-Szenarien2040.pdf](https://www.prognos.com/uploads/tx_atwpubdb/140900_Prognos_Shell_Studie_Pkw-Szenarien2040.pdf)  
[Stand 12.09.2019]
- ÖNORM A7700 (2019): *Anforderungen an Webapplikationen*,  
<https://a7700.org/standard/> [Stand 23.10.2019]

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Problemstellung der Masterarbeit, Quelle: Eigene Darstellung.....	5
Abb. 2: Grobkonzept der Masterarbeit, Quelle: Eigene Darstellung.....	9
Abb. 3: Unternehmenshistorie, Quelle: Magna Steyr.....	10
Abb. 4: Aufbau und Managementstruktur von Magna, Quelle: Magna Steyr.....	11
Abb. 5: Globale Präsenz Magna Steyr Engineering, Quelle: Magna.....	12
Abb. 6: Kompetenzübersicht Magna Steyr Engineering, Quelle: Magna Steyr.....	13
Abb. 7: Magna-Megatrends, Quelle: Magna Steyr.....	15
Abb. 8: Ausschnitt aus dem Gesamtsystem Fahrzeug – Top-down-Darstellung, Quelle: Eigene Darstellung.....	19
Abb. 9: Ausschnitt aus dem Gesamtsystem Fahrzeug – Bottom-up-Darstellung, Quelle: Eigene Darstellung.....	19
Abb. 10: Übersicht MSDS-Meilensteine, Quelle: Magna Steyr.....	32
Abb. 11: Top-down-Methode, Quelle: Eigene Darstellung.....	34
Abb. 12: Peer-PREview-Prozess, Quelle: Eigene Darstellung.....	37
Abb. 13: Peer-Review-Prozess, Quelle: Eigene Darstellung.....	41
Abb. 14: Stakeholderspezifische Werkzeuganforderungen, Quelle: Eigene Darstellung.....	45
Abb. 15: Architektur der Webanwendung, Quelle: Entwicklung erfolgreicher Webanwendungen (2005), S 6 (leicht modifiziert).....	47
Abb. 16: Zusammenspiel der Komponenten und Schnittstellen, Quelle: Eigene Darstellung.....	48
Abb. 17: Zusammenspiel der Komponenten und Schnittstellen unter Berücksichtigung des Risikomanagementtools, Quelle: Eigene Darstellung.....	49
Abb. 18: Kategorisierung in Datenmodellierung und Datenvisualisierung, Quelle: Eigene Darstellung....	50
Abb. 19: Entscheidungsmatrix Timing-Problems – Demonstrationsbeispiel Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.....	52
Abb. 20: Input-Output-Betrachtung der Webanwendung, Quelle: Eigene Darstellung.....	53
Abb. 21: Struktur der Datentabelle, Quelle: Eigene Darstellung.....	54
Abb. 22: Umsetzungserfüllungsgrad der stakeholderspezifischen Anforderungen, Quelle: Eigene Darstellung.....	58
Abb. 23: Aufteilung in Prototyp und Mock-up-Anwendung, Quelle: Eigene Darstellung.....	59
Abb. 24: Entscheidungsmatrix Timing-Problems Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.....	60
Abb. 25: Entscheidungsmatrix Work-Content-Problems Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.....	61

Abb. 26: Entscheidungsmatrix Change-Management-Problems Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung. ....	62
Abb. 27: Entscheidungsmatrix Organisation/Resources-Problems Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung. ....	63
Abb. 28: Implementierung des Prototypwerkzeuges Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung. ....	67
Abb. 29: Suchanfrage New Entrant Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung. ....	68
Abb. 30: Suchanfrage New Entrant via Entscheidungsmatrix Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung. ....	69
Abb. 31: Suchanfrage <i>Chassis</i> Kategorie <i>Work Content</i> Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.	71
Abb. 32: Suchergebnis <i>Chassis</i> – Kategorie <i>Work Content</i> Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung. ....	72
Abb. 33: Suchanfrage <i>Chassis</i> Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung. ....	72
Abb. 34: Suchergebnis <i>Chassis</i> Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.....	73
Abb. 35: Erweitertes Suchergebnis <i>Chassis</i> Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung.....	75
Abb. 36: Anzahl der Problemfälle nach Kategorie und Prioritätenstufe, Status 28.11.2019, Quelle: Eigene Darstellung. ....	79

## **TABELLENVERZEICHNIS**

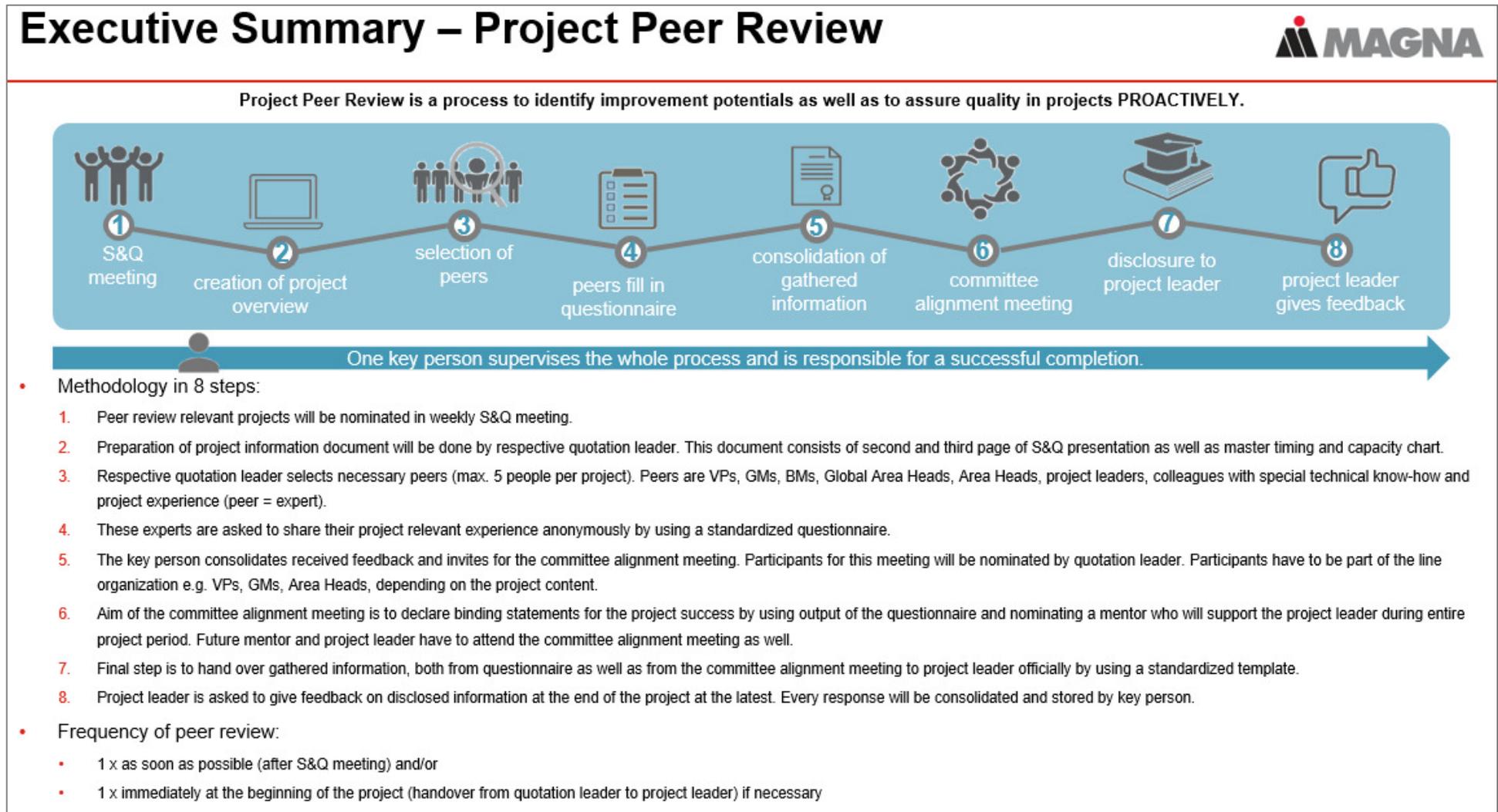
Tab. 1: Physikalische Modelle und Verhaltensmodelle im Vergleich, Quelle: Simulation in der Fahrwerktechnik (2014), S.25. ....	20
Tab. 2: Zusammenfassung Modellierungskonzept, Quelle: Eigene Darstellung. ....	35
Tab. 3: Definition der Relevanzunterscheidungen, Quelle: Eigene Darstellung. ....	40
Tab. 4: Funktionsanalyse – Gegenüberstellung der Komponenten und Funktionen, Quelle: Eigene Darstellung. ....	46

## **ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

ADAS	Advanced Driver Assistance System
BEV	Beijing Electric Vehicle
EPR	Engineering Project Review Meeting
ERM	Entity Relationship Modell
FEM	Finite Elemente
F&E	Forschung- und Entwicklung
HMI	Human Machine Interface
MSDS	Magna Steyr Development System
MSE	Magna Steyr Engineering
OEM	Original Equipment Manufacturer
SERM	Strukturiertes Entity Relationship Modell
RFQ	Request for Quotation
UML	Unified Modeling Language

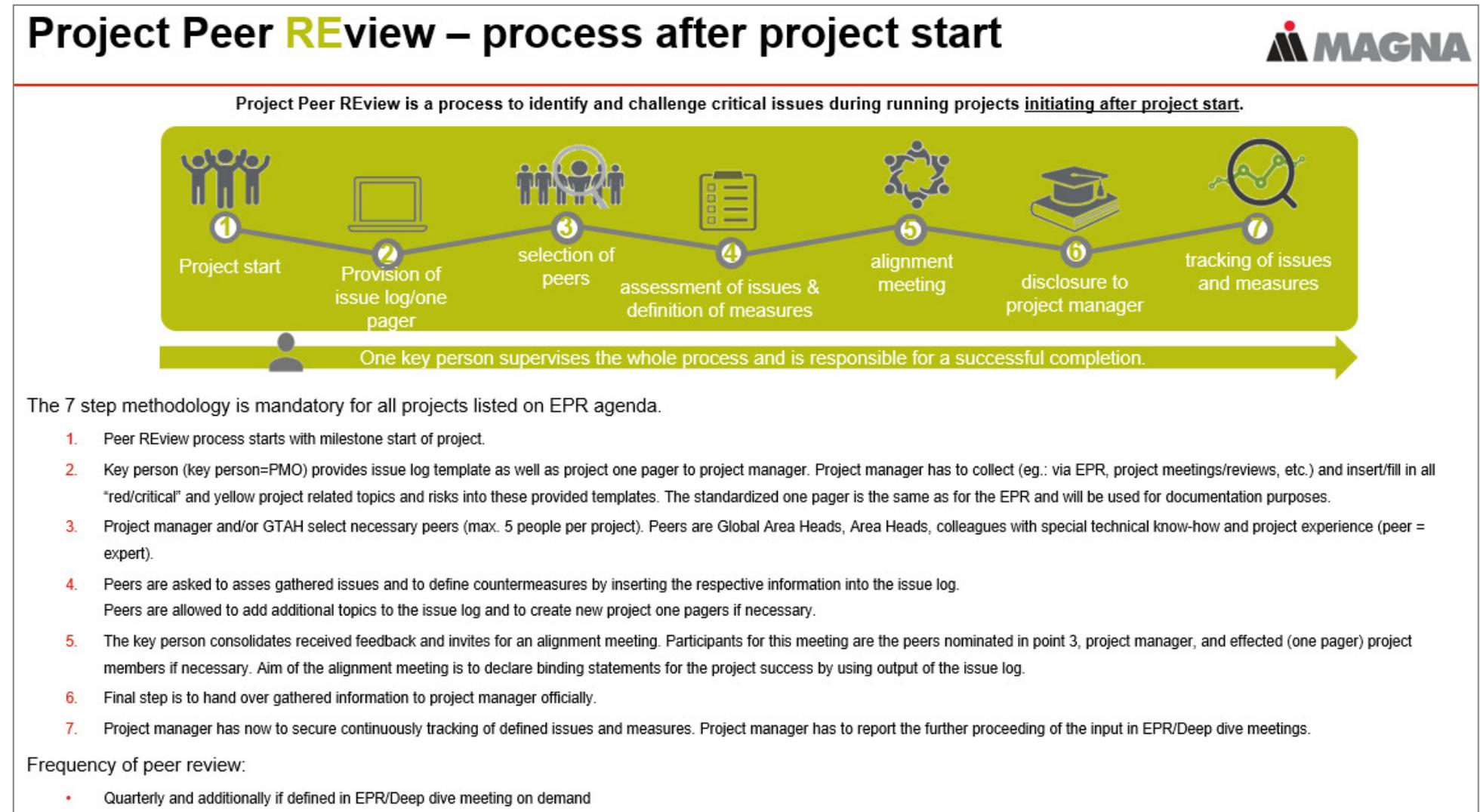
## ANHANG 1: ONE PAGER PEER PREVIEW

Die folgende Anlage enthält den Ablaufprozess des Peer PREviews inklusive der zugehörigen Detailinformationen.



## ANHANG 2: ONE PAGER PEER REVIEW

Die folgende Anlage enthält den Ablaufprozess des Peer Reviews inklusive der zugehörigen Detailinformationen.



## ANHANG 3: QUESTIONNAIRE PEER PREVIEW

Die folgende Anlage beinhaltet das Questionnaire zur Sammlung von Expertenwissen im Rahmen des Peer PREviews.

Problem Identification									
ID	Categories	Problem Description	Probability	Impact	Importance	Trigger Event/Indicator	Risk Response and Description	Contingency Plan	Owner
	Timing Work Content Change Management Organisation/Ressources	What was the identified problem?			0	What act or event could initiate the problem?	How should you respond to this and what actions would you take?	If the problem becomes a reality, what would you do in response, as a backup, or alternative/workaround?	Who should monitor this risk?
1					0				
2					0				
3					0				
4					0				
5					0				
6					0				
7					0				

## ANHANG 4: QUESTIONNAIRE PEER REVIEW

Die folgende Anlage beinhaltet das Questionnaire zur Sammlung von Expertenwissen im Rahmen des Peer PReviews.

Issues Log										
Project Name							Project #			
Resp.: Project Leader,Peer										
ID	Issue Description	Project Impact	Action Plan/Resolution/Measures	Reference (project, process, source to use)	Process	Owner	Options are: 5: High 4: Medium-high 3: Medium 2: Low-medium 1: Low	Importance	Date Entered	
1	What is the issue?	How will this impact scope, schedule & cost?	How do you intend to deal with this issue?	What experience & contact to be used as reference?	Which process needs to be installed/developed?	Who manages this issue?	Who manages the process implementation/development?			
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

## ANHANG 5: DATABASE OF IDENTIFIED PROBLEMS STATUS 28.11.2019

Der beigefügte Anhang umfasst die im Rahmen der Masterarbeit gesammelte Wissensbasis.

ID	Category	Sub Category	Problem Description	Problem Solution	Responsible	Impact	Probability
1	Timing	Plant Commissioning	The plant was commissioned too late.	Fix delivery date with supplier when placing order	Project Manager	4	3
2	Timing	Insolvent Supplier	Unreliable supplier commissioned Supplier is insolvent	Careful selection of suppliers	Module Group	3	2
3	Timing	Overloaded Supplier	Supplier is overstretched/overloaded	Set high penalties, Permanent deadline control	Project Manager	3	3
4	Timing	Specifications	Specifications not precisely defined	Check the specifications in detail before awarding the contract (additional requirements have to be defined)	Project Manager	3	1
5	Timing	Assignment	Occupancy cell by other projects. Limited availability for both projects. Schedule problems with implementation of HSN & process coordination, Delay at start of shell construction, additional charges	Clear communication with other customers regarding plant availability & output.	Project Manager	2	3
6	Timing	Fixture Supplier	Delay in delivery of fixture supplier(s), supplier commissioned too late, unreliable supplier commissioned, Supplier is overstretched/overloaded Specifications not precisely defined, (additional requirements required), supplier is insolvent	Supplier in time commissioning, Fix delivery date with supplier when placing order, Careful selection of suppliers, Check specifications again before awarding contract, Permanent schedule control	Module Group	2	3
7	Timing	Incorrect Fixtures	Delay in delivery of fixture supplier(s), changes are insufficiently communicated to the supplier, Quality of the devices is inadequate	Communicate changes clearly to suppliers	Module Group	3	3
8	Timing	Part Delivery	Parts/assemblies/joining elements are delivered late	Clear communication of requirements to customers	Project Manager	1	3
9	Timing	Joining Elements	Delays in delivery, additional costs as increased output is required	Clear communication of requirements to customers	Project Manager	3	3

Anhang 5: Database of identified Problems Status 28.11.2019

ID	Category	Sub Category	Problem Description	Problem Solution	Responsible	Impact	Probability
10	Change Management	Part Quality	Parts are not delivered in the required quality by the customer, delays in delivery, additional expenditure due to reworking, additional expenditure as increased output is required.	Clear communication of quality deviations after incoming goods inspection, additional costs charged to customers through reworking	Project Team	2	2
11	Change Management	Assembling Quality	Parts will not be delivered in the required quality from the customer selected supplier, delivery delays, additional effort through rework, Additional expenditure as an increased output becomes necessary	Clear communication of quality deviations after incoming goods inspection, additional costs charged to customers through reworking	Project Team	2	2
12	Change Management	Body Quality	Insufficient body quality, troubleshooting problems, HSN delays, roll hemming & laser welding are new technologies in PT construction. Dependence on training / support from suppliers. Errors can only be rectified slowly. Optimizations are difficult to implement.	Schedule training by suppliers for new technologies Operator model in the start-up phase for laser welding & roll hemming	Module Group	4	4
13	Change Management	Claims	Customer demands changes that cause additional effort and cannot be passed on to customers, change management not coordinated with customers, changes insufficiently evaluated, no consistent change management	Change costs are borne by MAGNA Coordination of change management with the customer, consistent internal change management	Project Manager	3	2
14	Organisation/Ressources	Budget Overrun	Plant costs higher than budgeted, budget too tight, plants/equipment are not reduced to the bare essentials. Exceeding budget targets	Reduce systems/equipment to what is necessary for the customer project, Permanent cost control	Project Manager	2	1
15	Change Management	Deployment Control	Changes are communicated very late by customers, implementation time of the change not clearly communicated to customers, problems with implementation due to short-term control	Perform consistent change management internally	Change Manager	2	2
16	Change Management	Vehicle Part List	The control of changes in the vehicle parts list does not work, changes are insufficiently communicated by customers, vehicles are set up with incorrect parts list statuses. Deadline delay, additional effort	Coordination of change management with customers, Perform consistent change management internally	Change Manager	1	2
17	Organisation/Ressources	Wrong Data Status	Data management is not working as planned. The currently valid dataset is not used.	Align data management with customer	Data Manager	2	1
18	Organisation/Ressources	Data Management	Data management not sufficiently coordinated with customers & internally.	Align data management with customer	Data Manager	1	2
19	Organisation/Ressources	Incorrect Database	Incorrect data statuses are used for planning or jig construction. Deadline delay, additional effort	Align data management with customer	Data Manager	1	2

Anhang 5: Database of identified Problems Status 28.11.2019

ID	Category	Sub Category	Problem Description	Problem Solution	Responsible	Impact	Probability
20	Organisation/Ressources	Employee Qualification	Too few qualified personnel, Too few qualified employees due to large order volume in prototype construction, departures due to high workload.	Creation of additional employees	Human Ressources	4	1
21	Organisation/Ressources	Industrial Accident	Occupational accident in the production area, inadequate safety precautions in the automatic area	Planning of safety precautions in the automatic area	Module Group Leader	4	1
22	Organisation/Ressources	Inadequate Training	Inadequate training of workers	Safety training of the workers	Module Group Leader	4	1
23	Organisation/Ressources	Relocation	Setting/conversion does not take place in time, measures not communicated to affected. Lack of consistency in implementation, start-up difficulties, Delay at start of shell construction, additional charges	Planning & communication of changeover measures, permanent control	Module Group Leader	3	1
24	Work Content	Order Cancellation	Activities are stopped, Payment only for actually performed volumes	Open communication with customers	Project Leader	4	1
25	Work Content	Incomplete Target Desc	Targets and technical Specifications are not defined in the contract	Contract conclusion only after the TA milestone; the entire target system must be fully described in the final contract.	Project Leader	2	1
26	Change Management	Durability Run	The possible negative effects are only visible months later (Schöckl endurance run), here the comparability to a previous positive endurance run cannot be clearly proven, since the Schöckl is a natural track which changes continuously.	Inform customers upfront, that this problems might occur. Include in project budget.	Project Leader	3	2
27	Change Management	Component Change	Cracks in the spring dome receptacle due to the punctiform contact surface on the upper spring dome plate.	Modification of the forged part of the shock absorber (not in MAGNA cost responsibility). Change management needs to align with customer.	Project Leader	2	1
28	Organisation/Ressources	Component Design	The component design does not meet all requirements at the time of procurement release.	Clear communication of requirements to customers	Project Leader	3	2
29	Timing	Procurement Release	The functional fulfillment is not given at the time of the procurement release, since not all components have incorporated or considered the necessary amount.	Planning & communication of changeover measures, permanent control	Project Leader	1	2

Anhang 5: Database of identified Problems Status 28.11.2019

ID	Category	Sub Category	Problem Description	Problem Solution	Responsible	Impact	Probability
30	Work Content	Bordnet	customer does not own bordnet	offer internal developed bordnet	Project leader	3	1
31	Work Content	Power Generation	Engine noise, secondary ride due to engine vibrations, torque ripple	capsulation, engine compartment absorption, firewall insulation, tuned powertrain mounts, torque control, active torque control	Group Leader	2	1
32	Work Content	Powertrain Control	modulation between front and rear drivetrains	software application and stiff mounts	Group Leader	1	2
33	Work Content	Driveline	rolling noise, booming, whinning, ride comfort	high quality roller bearings, suspension mount tuning	Group Leader	1	2
34	Work Content	Energy System	stiffness issue on the underbody, sound transmission loss, relay noise	FEM optimization (30 Hz target), SEA optimization, heavy layer insulation, concentrated mass, insulation	Group Leader	2	1
35	Work Content	Steering	secondary ride, steering system noise	steering column stiffness, soft steering wheel	Group Leader	1	3
36	Work Content	Suspension	rolling noise, booming noise, ride comfort	high quality roller bearings, mass damper, suspension mount tuning by MBS	Group Leader	2	4
37	Work Content	Tire-Wheel-Trim	rolling noise, secondary ride	narrow and high tires, additional plies tires, tire pressure variation, tire runout reduction, wheel with homogeneous load distribution	Group Leader	2	4
38	Work Content	Chassis Structure	powertrain noise, rolling noise	attachment points dynamic stiffness, normal modes, FEM optimization	Group Leader	3	1
39	Work Content	Mounts	Engine noise, secondary ride due to engine vibrations, torque ripple, reducer noise, reduced package for capsulation and insulators	powertrain mount tuning	Group Leader	3	3

Anhang 5: Database of identified Problems Status 28.11.2019

ID	Category	Sub Category	Problem Description	Problem Solution	Responsible	Impact	Probability
40	Work Content	HVAC	bubble propagation	control of HS diagram	Group Leader	3	3
41	Work Content	Compressor	compressor noise, compressor vibration	mounted (isolated) on the reducer, capsulation, reduce noise at the source with supplier	Group Leader	3	3
42	Work Content	HVAC Airflow	leakage through the firewall holes, structure-borne noise at plug, 3 flap activation noise	new design of the plug	Group Leader	3	3
43	Work Content	Airflow	Frame of front structure PA66 GF30 - resonance at ~ 40 Hz, temperature dependent, mount isolation against structure borne noise, fan runout, imbalance and backlash, fan noise, fan speed continuous (stepwise preferred), condenser airflow geometry (conveyor), hot air exhaust from motor compartment	integration of front structure, fan and airflow	Group Leader	1	1
44	Work Content	Instrument Panel	Squeak&Rattle (S&R) - contact to qwindscreen, a-pillar trim, glovebox, etc.), lack of absorption, modal behaviour	S&R contact definition by CAD process, define dash panel absorber in SEA model, control modes by simulation	Group Leader	1	1
45	Work Content	Console	squeak & rattle (weak structure!), lack of absorption, damping (hollow impression)	S&R contact definition by CAD process, rubber tabs for all storage areas, absorber in the lower region of the console	Group Leader	1	2
46	Work Content	Interior Trim	rolling noise, rear motor high-frequency noise	spring-mass system: foam (PUR) + heavy layer	Group Leader	2	1
47	Work Content	Speaker System	speaker system - impedance, sound insulation	speaker integration (back volume impedance, speaker fixation), insulation material in the door	Group Leader	1	2
48	Work Content	Interior Trim	less absorption below sunroof in the front area	rear headliner will provide good performance (10-15 mm foam with fleece), sunroof absorption deficit must be compensated by seats (fabric) and other interior trim	Group Leader	1	2
49	Work Content	Floor Noise	noise radiated from floor	state of the art layup of the floor trim, consisting of foam, heavy layer, carpet, according to SEA design proposal	Group Leader	1	2

Anhang 5: Database of identified Problems Status 28.11.2019

ID	Category	Sub Category	Problem Description	Problem Solution	Responsible	Impact	Probability
50	Work Content	Rolling Noise	rear motor interior noise, rolling noise, windnoise, S&R, c-pillar retractor belt noise	insert a foam part to C- and B-pillars, properly seal flanges to avoid windnoise intrusion, clash analysis in CAD - avoid critical material contacts, capsulation of retractor housing by a foam part	Group Leader	1	2
51	Work Content	Acoustic	anti-drumming material against, booming noise, sound transmission	distribute treatments according to simulation, lightweight treatment on roof	Group Leader	1	2
52	Work Content	Foam Parts	self-expanding foam parts airborne sound propagation	CAD analysis appropriate sealing of concerned subsystems	Group Leader	2	2
53	Work Content	Retractor Ball	retractor ball noise	foam part at retractor housing	Group Leader	2	2
54	Work Content	Underbody	acoustic sensitivity, ride comfort reduction due to vibration	careful development of front structure	Group Leader	1	2
55	Work Content	Body Weakness	body weakness	structure development and optimisation by FEM	Group Leader	1	2
56	Work Content	Windshield	NTF sensitivity of windshield high, STL of windshield low	sufficient support stiffness of windshield frame	Group Leader	1	2
57	Work Content	Sealant	openness, STL of underbody	CAD analysis, plug catalogue for all NVH relevant plugs	Group Leader	1	2
58	Work Content	Applied Coatings	squeak & rattle	S&R contact definition by CAD process	Group Leader	1	2
59	Work Content	Side Closures	windnoise, door slam, rolling noise / STL	CAD design of sealings, CAD design of door lock, window frame, FEM design of anti drumming layers, simulation based STL development	Group Leader	1	2

Anhang 5: Database of identified Problems Status 28.11.2019

ID	Category	Sub Category	Problem Description	Problem Solution	Responsible	Impact	Probability
60	Work Content	Front Closures	Sound transmission	CAD analysis, appropriate sealing of windshield frame	Group Leader	2	2
61	Work Content	Fixed Window	windnoise, sound transmission, booming	windscreen with acoustic PVB treatment, windscreen support frame stiffness	Group Leader	1	2
62	Work Content	Fixed Window	sound transmission, booming	glass thickness $\geq 3,85$ mm, window support stiffness	Group Leader	2	2
63	Work Content	Bumpers	windnoise whistle, low frequency windnoise	no sharp edges / steps / gaps, no flow separation at rib profiles, no additional flow channels near the underbody (e.g. for brake disc cooling)	Group Leader	2	2
64	Work Content	Roof Closure	windnoise, sound transmission, booming	sunroof with acoustic PVB treatment, sunroof support frame stiffness	Group Leader	1	2
65	Work Content	Exterior Trim	high frequency tyre noise, underbody sound transmission, rolling noise, windnoise	wheelhouse absorber, tightly sealed protection panel / underbody shield	Group Leader	2	2
66	Work Content	Front Lamps	windnoise whistle	no sharp edges / steps / gaps, no flow separation at slot between lamp glass and surrounding geometries	Group Leader	2	2
67	Work Content	Air Inlet	low frequency windnoise, radiator fan noise	conveyor geometry like a diffusor, stiffness and glassfibre length	Group Leader	2	2
68	Work Content	Spoiler Noise	windnoise due to spoiler, rattle at door slam	spoiler sealing, spoiler fixation concept	Group Leader	2	2
69	Work Content	Water Management	water management at a-pillar: windnoise at frontscreen	reduce height of watermanagement liner to max. 5mm, design technique convergence	Group Leader	2	2

Anhang 5: Database of identified Problems Status 28.11.2019

ID	Category	Sub Category	Problem Description	Problem Solution	Responsible	Impact	Probability
70	Work Content	Audio	less sound performance, S&R	volume in door, water separation structure in door, S&R CAD process	Group Leader	2	2
71	Work Content	Chassis Electronics	acoustic radiation	capsulation	Group Leader	1	2
72	Timing	TG1	Due to styling feasibility reason, tailgate TG1 will be delayed (4 weeks)	Body defined plan, push other team work together, make sure tailgate release on time and quality, and also ask control soft tooling time to catch up the EP car	Group Leader	4	1
73	Work Content	CAE	A lot of underbody LLP can not be released on time due to CAE not meet the target, affect EP car	Body and CAE define catch up plan and confirm soft tooling milling date, body try to optimize data and make sure can catch up the EP car	Group Leader	2	1
74	Work Content	Headlamp	headlamp package not feasible with current styling and package boundary conditions; also impact on front end body stiffness	task force set up and work in progress, regular workshops with suppliers to define lamp functional content and package envelopes, body structure (braces) to be implemented for lateral stiffness, package conflicts to be solved	Group Leader	2	1
75	Work Content	Body	Body TG1 outer panels use some technical surfaces and is not following CAS for SE reasons; some mismatching risks	Clarify the risks and inform other modules, make sure them follow the body released data	Group Leader	2	1
76	Work Content	Welding	Welding can cause distortions in extruded profiles.	Subsequent milling and drilling are introduced on the process side	Group Leader	1	3
77	Work Content	Aerodynamics	Aerodynamic drag coefficient CD and Lift Coefficient CL: not possible to calculate, accurately	potential to use an aerodynamic buck for wind tunnel testing	Group Leader	1	2
78	Work Content	Sound Insulation	Isolation performance of sound insulation	SEA calculation with validation in PTO	Group Leader	2	2
79	Organisation/Ressources	Audio System	The planned audio system cannot be produced according to the customer's wishes. The integration into the complete vehicle can only be realized with high costs and additional effort.	Customer requests can be fulfilled and implemented by revising parts of the vehicle architecture concept (coordination with customers regarding additional costs necessary).	Project Leader	4	2

Anhang 5: Database of identified Problems Status 28.11.2019

ID	Category	Sub Category	Problem Description	Problem Solution	Responsible	Impact	Probability
80	Organisation/Ressources	Release Responsibility	Lack of definition of who will assume the OEM role in the question of product liability / assumption of release responsibility.	Legal clarification of the topic and definition of clear responsibilities	Project Leader	4	4
81	Organisation/Ressources	New OEM	New entrant, missing document landscape (standard parts catalogue, production standards, requirement specifications, final acceptance protocols, ...) These must be created by yourself (guarantee quality and sustainability). There are no testing standards, which (customer) standards should be used	Draw up a catalogue of measures for dealing with new entrants, carry out a detailed risk assessment, pre feasibility phase necessary, prepayment on the part of the customer contractually recorded, Develop payment plan with controlling department	Quotation and Project Leader	4	4
82	Timing	Styling Milestone	The customer schedule for the styling milestones is not yet known and is therefore not coordinated with the internal project-specific milestones (styling technique convergence). Styling defined too late leads to change requirements for parts, tools, etc.	missing styling input can no longer be made up in the course of the project. If the styling comes from the customer, all styling milestones have to be fixed in advance. Otherwise quality loss and enormous additional expenditure due to late styling input threatens	Quotation and Project Leader	4	2
83	Timing	Intakesystem	The new development of the drive components influences the intake system and the engine environment. This has an influence on the vehicle architecture. Packages must be precisely matched to each other, otherwise a revision of the entire vehicle package will be necessary.	Adjustments to the intake system, the engine environment etc. require a total revision of the entire vehicle package. For this, the appropriate budget and time must be planned in advance.	Group Leader	3	2
84	Timing	Small Series	Problems with the supplier nomination due to the small series	feasibility confirmation of the concept of the series supplier so that parts are available at the right time and in the required quality. If the supplier is nominated late, no parts are available for prototype and series assemblies or the quality of the parts is not given.	Quotation and Project Leader	3	1
85	Timing	Framework Agreement	There is no framework agreement yet for the planned start of the project. The creditworthiness check only takes place when the contract is created. The customer is the first customer and there may be delays in the start concept, which can only be made up for during the project period by means of additional expenses	Sollte sich die Vertragsphase hinsichtlich der Leistungserbringung deutlich verzögern oder sollte sich herausstellen, dass der Kunde die Projektsumme nicht aufbringen kann muss das Projekt abgebrochen werden.	Project Leader	3	1
86	Timing	Requirements Definition	Due to a lack of technical and non-technical requirements that have not been coordinated with the customer, the project is terminated according to feasibility/following milestones.	Requirements must be defined throughout the phases and agreed in advance with the customer, otherwise the project must be terminated.	Project Leader	3	1
87	Organisation/Ressources	Drive Train	Problems with the rear drive train lead to the fact that the first Concept Vehicle cannot be completed before winter.	Due to the lack of testing facilities, this either results in a high loss of time or additional costs (Tests in another country). If a new supplier has to be found, a corresponding amount of time has to be planned. The rear axle drive must also be redefined.	Project Leader	3	1
88	Organisation/Ressources	Functional Safety	Standard specifications on the subject of functional safety are not known or not known enough.	Conducting reviews to meet the state of the art. However, this results in increased effort (e.g. interviewing external experts, training). This must be taken into account in the project in terms of time and money.	Group Leader	3	1
89	Organisation/Ressources	Functional Safety	Lack of experience of employees in production with regard to functional safety and thus compliance with standard requirements not guaranteed.	Training of employees must be planned and budgeted in time.	Group Leader	3	1

Anhang 5: Database of identified Problems Status 28.11.2019

ID	Category	Sub Category	Problem Description	Problem Solution	Responsible	Impact	Probability
90	Work Content	New Technology	New technology for plastic outer skin.	Consideration of customer requirements versus feasibility (joints, surface). Should the plastic outer skin not be feasible, a technology change will be necessary. Plan for loss of time and possibly also costs due to the redefinition.	Group Leader	3	1
91	Organisation/Ressources	Project Standing	Poor project standing internally leads to a situation in which it is difficult to find qualified employees when capacity is being built up, as they are deployed in other higher-priority projects.	A meeting between customer and board of directors possibly even a regular appointment brings the necessary support for the project.	Project Leader	3	1
92	Organisation/Ressources	Hidden Costs	No suitable supplier for the air conditioner can be found because the costs were estimated too low.	If the air conditioner has to be made by the system developer himself, 1-2 million Euros have to be planned. A new development can be surrounded by using a retrofit air conditioner or by adapting the complete vehicle package.	Project Leader	3	1
93	Organisation/Ressources	Responsibility	Lack of clarity in responsibility and duplication, lack of decisions and mutual accusations lead to a deterioration of the working climate and obstruction of project work.	Plan for additional expenditure due to a lack of definition of responsibilities. In order to minimise problems, clear rules and communication channels must be defined.	Project Leader	3	1
94	Change Management	Customer Goals	Changes of customer goals (TEchnologies, SE-Process, ...) can not be communicated during the development cleanly in all areas,	thereby additional expenses arise which have to be borne by the project if not otherwise arranged.	Project Leader	3	2
95	Organisation/Ressources	Customer Expectations	Customer has no exact idea of the product. Therefore, there is a risk that not all quality expectations can be met or that the customer will demand them too late.	There is an additional effort which has to be incorporated afterwards. It is advisable to hold coordination meetings and acceptance meetings in advance so that this can be counteracted.	Project Leader	3	2
96	Organisation/Ressources	Responsibility	Unclearly defined responsibilities, missing signature regulations and decision-making bodies as well as undefined (financial) limits lead to ambiguities in the project.	Clear definition before project start necessary. It is recommended to implement communication and escalation levels.	Project Leader	3	2
97	Organisation/Ressources	Experience	Tight specifications or a lack of experience mean that contractually agreed deadlines and capacity planning cannot be met.	In order not to lose the project, delays, capacity increases and cost increases are necessary which are not contractually agreed and are not assumed by the customer	Project Leader	2	1
98	Organisation/Ressources	Target Definition	The client is a new entrant. There are no clear targets.	Through good communication with the customer, a balanced relationship between overfulfilment and underfulfilment can be achieved.	Project Leader	1	1
99	Organisation/Ressources	Development Process	Incorrect understanding of the development process leads to problems in functional development.	Additional employees per module group assigned for this topic.	Project Leader	1	1

Anhang 5: Database of identified Problems Status 28.11.2019

ID	Category	Sub Category	Problem Description	Problem Solution	Responsible	Impact	Probability
100	Organisation/Ressources	Meeting Rooms	Too small number and size of meeting rooms available for the project. This means that it is not always possible for all required parties to attend meetings or that another meeting room has to be found further away.	The required resources must be found and made available to the project.	Project Leader	1	1
101	Work Content	Audio	less sound performance, S&R	volume in door, water separation structure in door, S&R CAD process	Group Leader	2	2
102	Change Management	Body Quality	Insufficient body quality, troubleshooting problems, HSN delays, roll hemming & laser welding are new technologies in PT construction. Dependence on training / support from suppliers. Errors can only be rectified slowly. Optimizations are difficult to implement.	Schedule training by suppliers for new technologies Operator model in the start-up phase for laser welding & roll hemming	Module Group	4	4

## ANHANG 6: VBA CODE AUTOMATISCHES CLUSTERN

Der angefügte Sourcecode beinhaltet alle Informationen zur automatisierten Clustering der gemeldeten Problemfälle.

---

`Option Explicit`

---

```
Sub Suche_Und_Kopiere()  
  
    Dim rngC As Range                ' rngC als Bereich deklarieren  
    Dim strAdresse As String        ' strAdresse als String deklarieren  
    Dim vntSuch As Variant  
    Dim i As Integer  
    Dim lrow&, lcol As Long  
  
    ' Erste Schleife-----  
  
    vntSuch = Array("Timing")      ' erstes Suchkriterium  
    lrow = 3                       ' Einfügehöhe Zeile  
    lcol = 1                       ' Einfügehöhe Spalte  
    With Worksheets("Database of identified Problems") ' Suche in Tabellenblatt "Database of identified Problems" nach Inhalt der Spalte B  
    For i = LBound(vntSuch) To UBound(vntSuch)  
    Set rngC = .Columns("B").Find(what:=vntSuch(i), LookIn:=xlValues, lookat:=xlWhole) ' Suche nach "Timing" im Bereich rngC  
    If Not rngC Is Nothing Then ' bei Suchtreffer weitersuchen  
        strAdresse = rngC.Address  
        Do  
            rngC.Resize(, .Cells(rngC.Row, .Columns.Count).End(xlToLeft).Column).Copy Destination:=Worksheets("Timing Solutions").Cells(lrow, lcol)  
            Set rngC = .Columns("B").FindNext(rngC)  
            lrow = lrow + 1  
        Loop While Not rngC.Address = strAdresse  
    End If  
    lcol = lcol + Worksheets("Timing Solutions").Cells(lrow - 1, lcol).CurrentRegion.Columns.Count + 1  
    lrow = lrow + 1  
Next  
End With
```

Zweite Schleife-----

```

vntSuch = Array("Work Content")           ' zweites Suchkriterium
lrow = 3                                   ' Einfügehöhe Zeile
lcol = 1                                   ' Einfügehöhe Spalte
With Worksheets("Database of identified Problems") ' Suche in Tabellenblatt "Database of identified Problems" nach Inhalt der Spalte B
For i = LBound(vntSuch) To UBound(vntSuch)
Set rngC = .Columns("B").Find(what:=vntSuch(i), LookIn:=xlValues, lookat:=xlWhole) ' Suche nach "Work Content" im Bereich rngC
If Not rngC Is Nothing Then                ' bei Suchtreffer weitersuchen
strAdresse = rngC.Address
Do
rngC.Resize(, .Cells(rngC.Row, .Columns.Count).End(xlToLeft).Column).Copy Destination:=Worksheets("Work Content Solutions").Cells(lrow, lcol)
Set rngC = .Columns("B").FindNext(rngC)
lrow = lrow + 1
Loop While Not rngC.Address = strAdresse
End If
lcol = lcol + Worksheets("Work Content Solutions").Cells(lrow - 1, lcol).CurrentRegion.Columns.Count + 1
lrow = 12
Next
End With

```

' Dritte Schleife-----

```

vntSuch = Array("Change Management")       ' drittes Suchkriterium
lrow = 3                                   ' Einfügehöhe Zeile
lcol = 1                                   ' Einfügehöhe Spalte
With Worksheets("Database of identified Problems") ' Suche in Tabellenblatt "Database of identified Problems" nach Inhalt der Spalte B
For i = LBound(vntSuch) To UBound(vntSuch)
Set rngC = .Columns("B").Find(what:=vntSuch(i), LookIn:=xlValues, lookat:=xlWhole) ' Suche nach "Change Managment" im Bereich rngC
If Not rngC Is Nothing Then                ' bei Suchtreffer weitersuchen
strAdresse = rngC.Address
Do
rngC.Resize(, .Cells(rngC.Row, .Columns.Count).End(xlToLeft).Column).Copy Destination:=Worksheets("Change Management Solutions").Cells(lrow, lcol)
Set rngC = .Columns("B").FindNext(rngC)
lrow = lrow + 1
Loop While Not rngC.Address = strAdresse
End If
lcol = lcol + Worksheets("Change Management Solutions").Cells(lrow - 1, lcol).CurrentRegion.Columns.Count + 1
lrow = 12
Next
End With

```

```
' Vierte Schleife-----
vntSuch = Array("Organisation/Ressources")           ' viertes Suchkriterium
lrow = 3                                             ' Einfügehöhe Zeile
lcol = 1                                             ' Einfügehöhe Spalte
With Worksheets("Database of identified Problems")   ' Suche in Tabellenblatt "Database of identified Problems" nach Inhalt der Spalte B
For i = LBound(vntSuch) To UBound(vntSuch)
Set rngC = .Columns("B").Find(what:=vntSuch(i), LookIn:=xlValues, lookat:=xlWhole)           ' Suche nach "Organisation" im Bereich rngC
If Not rngC Is Nothing Then                         ' bei Suchtreffer weitersuchen
    strAdresse = rngC.Address
    Do
        rngC.Resize(, .Cells(rngC.Row, .Columns.Count).End(xlToLeft).Column).Copy Destination:=Worksheets("Organisation Solutions").Cells(lrow, lcol)
        Set rngC = .Columns("B").FindNext(rngC)
        lrow = lrow + 1
    Loop While Not rngC.Address = strAdresse
    End If
    lcol = lcol + Worksheets("Organisation Solutions").Cells(lrow - 1, lcol).CurrentRegion.Columns.Count + 1
    lrow = 12
Next
End With

Sub
```