



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Diplomarbeit

Entwicklung eines Modells zur Integration einer grafischen Oberfläche innerhalb eines Asset Management Systems einer Einseilumlaufbahn

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines

Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl. Wirt.-Ing. Prof. eh. Dr. h.c. Wilfried Sihn

(E330 Institut für Managementwissenschaften, Bereich: Betriebstechnik und Systemplanung)

Proj.-Ass. Dipl.-Ing. Robert Glawar

(E330 Institut für Managementwissenschaften, Bereich: Betriebstechnik und Systemplanung,
Fraunhofer Austria Research GmbH)

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Christoph Rehm, BSc

1025147 (066 482)

Kapellenstraße 20

6858 Schwarzach

Wolfurt, im Februar 2016

Christoph Rehm



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

Diplomarbeit

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbstständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, genannt habe.

Weiters erkläre ich, dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Wolfurt, im Februar 2016

Christoph Rehm

Danksagung

Während der Bearbeitung meiner Diplomarbeit hatte ich tatkräftige Unterstützung von mehreren Seiten, an dieser Stelle möchte ich meinen herzlichsten Dank dafür aussprechen.

Als erstes möchte ich mich beim Institut für Managementwissenschaften der TU Wien für die Betreuung meiner Arbeit bedanken, vor Allem bei Projektass. Dipl.-Ing. Robert Glawar, dafür, dass er immer ein offenes Ohr für mich hatte und alle meine Fragen rasch und kompetent beantwortet hatte.

Ein weiteres großes Dankeschön möchte ich meinem Vorarlberger Partnerunternehmen Doppelmayr Cable Car ausdrücken, für die Vergabe der Problemstellung und der herzlichen Aufnahme in ihr Unternehmen während der letzten 6 Monate. Besonderer Dank gilt hier Dipl.-Ing. Johannes Winter für die Betreuung meiner Arbeit vor Ort.

Schlussendlich möchte ich mich auch noch bei meiner Familie und meiner Freundin für ihre mentale Unterstützung bedanken. Ganz spezieller Dank gilt meiner Mutter, Margit Rehm, für das Korrekturlesen der Arbeit.

Kurzfassung

Während den letzten zwei Jahrzehnten spielte sich ein Wandel im Bereich des Seilbahnbaus ab: immer mehr Seilbahnen werden in urbanen Gebieten zum Personentransport errichtet. Oftmals fällt es dort den Kunden allerdings schwer, die Betriebsführung selber zu übernehmen. Das benötigte Spezialwissen und Know-how fehlen ihnen. Aus diesem Grund muss der Seilbahnhersteller neben seiner Produktionsfunktion immer öfter auch Servicefunktionen anbieten, um sicherzustellen, dass der Kunde die Seilbahn sicher betreiben und instand halten kann. Der angebotene Service erstreckt sich von Schulungstätigkeiten bis hin zur kompletten Übernahme des Seilbahnbetriebs für einen gewissen Zeitraum. Dieser Umstand führt zu der Herausforderung, dass Maßnahmen getroffen werden müssen, um die Betriebsführung so einfach wie möglich gestalten, und dadurch den Kunden optimal unterstützen zu können.

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, ein Vorgehensmodell für die Integration einer graphischen Benutzeroberfläche innerhalb eines bestehenden Asset Management Systems einer Einseilumlaufbahn zu entwickeln. Die Benutzeroberfläche unterstützt die bestehende Software bei Planung, Überwachung und Koordination aller Tätigkeiten im Rahmen von Asset Management. Zusätzlich bietet das Modell Dokumentations- und Entscheidungsgrundlagen in den Bereichen Organisation, Risikomanagement, Mitarbeiterverwaltung und Finanzplanung. Durch die Implementierung von PDCA-Zyklen sollen die erwähnten Bereiche ständig verbessert und mit geeigneten Kennzahlen überwacht werden, mit dem Ziel, eine maximale Verfügbarkeit des Seilbahnsystems gewährleisten zu können.

Nach einer umfangreichen Literaturrecherche zu den wichtigsten Grundlagengebieten dieser Arbeit werden Anforderungen ausgearbeitet, welche das Modell erfüllen muss. Anschließend wird aufbauend auf den Anforderungen die Entwicklung des allgemeinen Modells vorgestellt. Das allgemeine Modell soll fähig sein, das Asset Management System einer Einseilumlaufbahn unterstützen und erweitern zu können. Im nächsten Schritt wird das allgemeine Modell anhand eines praxisorientierten Beispiels umgesetzt.

Abschließend werden die bereits definierten Anforderungen herangezogen, um das Modell und seine beispielhafte Integration zu bewerten. Kurz zusammengefasst kann gesagt werden, dass das Modell die definierten Anforderungen erfüllen kann. Es ist einfach gehalten, flexibel an Veränderungen anpassbar, transparent und lässt sich auf weitere vergleichbare Seilbahnsysteme übertragen. Somit stellt diese Arbeit eine Lösung vor, welche nicht nur für das betrachtete Beispiel gültig ist, sondern auch für weitere vergleichbare Systeme adaptiert werden kann.

Abstract

The last two decades have brought upon us a big change in the sector of cable propelled transport: More and more cable cars are being set up in urban areas for the purpose of public transport. Especially in the urban sector however it is often difficult for the operator to autonomously run the cable car system on his own since the necessary knowledge and know-how, is simply not present. To overcome this problem, the cable car manufacturer has to offer a comprehensive service function on top of his production function. This service function can range from staff training to handling all operation and maintenance activities for a given time period. Measures have to be put in place to make these operation and maintenance tasks as easy and effective as possible for the cable-car manufacturer.

The aim of this master's thesis is it to develop a process model for the integration of a graphical user interface into an existing asset management system of a monocable ropeway system. The graphical user interface supports the existing software in planning, supervising and coordinating all activities regarding asset management. Moreover it provides information which serves as a basis for documentation- and decision making processes in areas such as organization, risk management, employee performance and financial planning. By integrating PDCA-Cycles and suitable metrics into the model, the mentioned areas can be continuously supervised, assessed and improved, with the overall aim to achieve a maximum system availability.

After a literature research on the basic topics regarding this thesis, requirements, which the proposed model has to achieve, are explored and presented. Based on the elaborated model requirements the process of the model development can be explained. The model must be able to support and expand the Asset Management System of a monocable-ropeway system. As next step, the implementation of the model concept will be illustrated using a practice-oriented example.

Lastly, the predefined model requirements are used to assess the model concept and its integration into the asset management system of the ropeway system. The integration into the asset management system can be seen as successful, as all predefined requirements were met. The model benefits from its simplicity, adaptability to changes, transparency and potential to be transferred onto comparable cable car systems. This thesis has therefore not only achieved a solution, which is applicable to the specific model example used here, but also to comparable cable car systems.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
1.1	Problemstellung.....	7
1.2	Zielsetzung	10
1.3	Struktur und Vorgehensweise	11
2	Technische und wirtschaftliche Grundlagen.....	13
2.1	Asset Management.....	13
2.2	Instandhaltung	20
2.3	Einseilumlaufbahnen	22
2.4	Grafische Benutzeroberflächen (GUIs).....	30
2.5	Quality Control Plan.....	33
2.6	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP).....	34
2.7	Dokumentenmanagement	36
2.8	Begriffsdefinitionen	37
3	Anforderungen an das allgemeine Modell.....	41
4	Entwicklung des allgemeinen Modells.....	43
4.1	Vorgehensweise	43
4.2	Aufbau	45
5	Praktische Umsetzung des Modells am Beispiel einer Einseilumlaufbahn.....	54
5.1	Beschreibung des Umsetzungspartners.....	54
5.2	Projektbeschreibung.....	57
5.3	Rechtliche Aspekte und Kostenbetrachtungen	59
5.4	Stand der Dinge bezüglich Asset Management.....	62
5.5	Modellintegration	64
5.6	Bedienungskonzept der Oberfläche	67
5.7	Vorschlag von geeigneten Key-Performance Indikatoren für das Modell	77
6	Modellbewertung.....	85
6.1	Bewertungskriterien.....	85
6.2	Validierung des allgemeinen Modells	86
6.3	Kritische Würdigung der praktischen Umsetzung	90
6.4	Zusammenfassung	91

7	Abschließende Betrachtungen	93
7.1	Zusammenfassung	93
7.2	Ausblick	94
8	Anhang	97
8.1	Quality Control Plan des Herstellers	97
8.2	Dokumentenübersicht	98
8.3	Interaktive Grafiken	101
8.4	Veranschaulichung der Zusammenfassung aller Modellsäulen	103
9	Literaturverzeichnis	104
10	Abbildungsverzeichnis	109
11	Formelverzeichnis	111
12	Tabellenverzeichnis	112
13	Abkürzungsverzeichnis	113

1 Einleitung

„Für den Transport von 10.000 Menschen pro Stunde braucht es im Schnitt 2.000 Autos – oder 100 Busse – oder eine Seilbahn, die umweltschonend, geräuschlos und verkehrsunabhängig über den Dächern der Stadt hinwegschwebt.“¹

Diese Aussage gibt einen ersten Einblick in das grundlegende Themengebiet und das Potential von urbanen Seilbahnsystemen als umweltschonende Alternative zum urbanen Stadtverkehr. Weltweit nimmt die Anzahl an Autos und Motorrädern in den Großstädten ständig zu, um die Mobilität der Bevölkerung gewährleisten, und dem Bedarf nach urbanen Transportmöglichkeiten gerecht werden zu können. Dieser Trend führt dazu, dass der urbane Transport immer mehr nicht-erneuerbare Ressourcen verbraucht, umweltschädliches CO₂ produziert, und gleichzeitig menschliche Lebensräume, sowie ökologische Habitate zerstört. Die Belastung für die Umwelt steigt zunehmend an. Die Menschheit steht vor der Herausforderung, Alternativen zum umweltschädlichen Automobil zu finden, und eine nachhaltige Transportlogistik in den Städten zu etablieren, mit dem Ziel den nachfolgenden Generationen dieselbe, oder noch höhere Lebensqualität garantieren zu können. ²

Der urbane Transport hat einen großen Einfluss auf die Lebensqualität der Einwohner, denn die räumliche Trennung von Arbeit, Leben, Freizeit und Einkaufen bewirkt das erhöhte Bedürfnis der Bevölkerung nach besseren und schnelleren innerstädtischen Fortbewegungsmitteln.³ Die Rolle der Regierungen ist bei der Planung und Umsetzung von umweltfreundlicheren urbanen Transportmitteln in den betroffenen Regionen dabei nicht zu vernachlässigen. Sie haben für eine möglichst hohe Lebensqualität ihrer Einwohner zu sorgen und die Verantwortung, die urbanen Lebensräume mittels alternativer Logistikkonzepte zu entlasten.⁴

Das Problem der zunehmenden Umweltverschmutzung ist schon lange bekannt und viele Städte sind bereits auf der Suche nach alternativen Konzepten. So wurde zum Beispiel in London schon die Anwendung von elektrisch unterstützten Fahrrädern zur innerstädtischen Paketauslieferung untersucht, um die angespannte Verkehrssituation zu entlasten.⁵

¹ Doppelmayr A, 2015 S.6

² vgl. Goldman, Gorham, 2006, S. 262

³ vgl. Witkowski, Kiba-Janiak, 2012, S. 569

⁴ vgl. Witkowski, Kiba-Janiak, 2014, S. 374

⁵ vgl. Leonardi, Browne, Allen, 2012, S. 147

Während den letzten zwei Jahrzehnten hat sich auch im Bereich von Seilbahntransportmitteln ein dementsprechender Wandel abgespielt. Waren Seilbahnen früher fast ausschließlich in Skigebieten vorhanden, eröffnen sich für ihre Anwendung heutzutage neue Marktchancen. Aufgrund der ständig wachsenden Städte und der immer zunehmenden Bevölkerungszahlen wurden in den letzten Jahren vermehrt Seilbahnsysteme in urbanen Regionen zum schnellen und umweltfreundlichen Transport von Personen innerhalb der Stadt als verkehrsunabhängige Alternative zu Bus- und Bahnnetzen errichtet. Für urbane Seilbahnsysteme sprechen viele Vorteile, wie zB. Betriebszeiten von bis zu 24 Stunden pro Tag, die hohe Sicherheit, die kurze Bauphase von nur wenigen Monaten und die Anpassbarkeit an das Raumgefüge. Zudem existieren kaum Hindernisse für die Streckenführung, der Flächenbedarf der Seilbahnen ist sehr gering, sie fahren nahezu geräuschlos und die hohe Transportleistung und Verfügbarkeit machen Stadtseilbahnen äußerst kosteneffizient.⁶

Durch das Vorantreiben des Fortschritts im Bereich des Seilbahnbaus, versucht diese Diplomarbeit einen weiteren Schritt weg vom Automobil, hin zu umweltfreundlicheren urbanen Logistikkonzepten zu schaffen, mit dem Ziel ein umweltfreundliches und nachhaltiges Leben in den Städten auch für die nachfolgenden Generationen gewährleisten zu können.

1.1 Problemstellung

Vor dem Hintergrund eines ständig wachsenden Wettbewerbs- und Kapitalmarktdrucks werden vor allem in anlagenintensiven Bereichen die Forderungen nach einer erhöhten Verfügbarkeit und gesteigerter Zuverlässigkeit sowie minimierten Betriebskosten zunehmend verstärkt.⁷ Eine Folge daraus sind ständige Rationalisierungen und Innovationen. Aus diesem Trend ergeben sich Forderungen nach höherer Flexibilität, verminderten Beständen und kürzeren Durchlauf- und Lieferzeiten. Umfassende Instandhaltungstätigkeiten sind daher heutzutage unbedingt erforderlich, denn um bei verminderten Lager- und Umlaufbeständen immer noch eine hohe Lieferbereitschaft garantieren zu können, steigen die Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Maschinen und Anlagen ständig.⁸ Aus diesem Grund kann eine ineffiziente Instandhaltungsstrategie schwerwiegende Konsequenzen mit sich ziehen wie Unwirtschaftlichkeit, Verlust der Konkurrenzfähigkeit oder des Kundenvertrauens.⁹

⁶ vgl. Doppelmayr A, 2015, S.6

⁷ vgl. Schröder, 2010, S.1

⁸ vgl. Pawellek, 2013, S. 1

⁹ vgl. Lloyd, 2010, S. 216

Im urbanen Seilbahnbereich steigt zusätzlich zu den genannten Anforderungen auch die Komplexität der Anlage immer weiter an, deshalb fällt es dem Kunden in diesem Bereich zunehmend schwerer, den Anlagenbetrieb selbst zu übernehmen. Das nötige Wissen und die Fachkompetenzen fehlen ihm. Immer häufiger muss deswegen hier der Hersteller neben seiner ursprünglichen Produktionsfunktion auch Servicefunktionen anbieten, um den sicheren Betrieb zu unterstützen und zu gewährleisten.¹⁰ Diese Servicefunktion kann sich von einfachen beratenden Tätigkeiten bis zur kompletten Übernahme der Betriebsführung erstrecken.

Die Bedeutung dieser Themenstellung ist enorm und steigt ständig, denn die technischen Systeme im Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus zeichnen sich heute durch eine ständig steigende Komplexität, eine stärkere Vernetzung von Mechanik, Sensorik und Software sowie durch größere Funktionalitäten aus.¹¹ Trotz dieser Umstände darf die Zuverlässigkeit der Systeme unter keinen Umständen nachlassen. Welche Faktoren alles die Zuverlässigkeit beeinflussen, verdeutlicht Abbildung 1.



Abbildung 1: Allgemeine Einflussfaktoren auf die Zuverlässigkeit¹²

¹⁰ vgl. Doppelmayr B, 2015, S. 7

¹¹ vgl. Bertsche, Lechner, 2004, S. 2

¹² Pozsgai, Dissertation, 2006, S. 1, eigene Abbildung

Das Unternehmen Doppelmayr Cable Car (DCC), welches schon seit über zwei Jahrzehnten im Bereich des urbanen Seilbahnbaus erfolgreich tätig ist, steht bei seinem neuesten Projekt direkt vor dieser Herausforderung. Es handelt sich um eine Einseilumlaufbahn, die in eine Hotel- und Casinoanlage in Macau, China, als Touristenanlage errichtet wird. Aufgrund der allgemein steigenden Komplexität im Anlagen- und Maschinenbau muss Doppelmayr Cable Car dem Kunden neben dem Bau der neuen Anlage gewisse Servicefunktionen anbieten, um einen sicheren Betrieb gewährleisten zu können.¹³ Aus diesem Grund übernimmt DCC neben seiner ursprünglichen Herstellerfunktion auch den Bahnbetrieb für die nächsten Jahre. Das Unternehmen steht vor der Herausforderung, die Betriebsführung so einfach wie möglich gestalten zu müssen und zusätzlich interkulturelle Sprachbarrieren und Missverständnisse zwischen dem österreichischen Betriebspersonal und dem lokalen Servicepersonal nachhaltig zu beseitigen.



Abbildung 2: Problemstellung

¹³ vgl. Doppelmayr B, 2015, S. 7

Eine Möglichkeit zur Unterstützung der Betriebsführung ist die Weiterentwicklung der Software, welche hinter dem Asset Management System (siehe Kapitel 2.1) steht, hin zu einem Tool, welches alle benötigten Informationen und Unterlagen an einem zentralen Ort sammelt, grafisch aufbereitet, ständig aktuell zur Verfügung stellt, dadurch eine umfassende und gut strukturierte Dokumentations- und Entscheidungsgrundlage bietet und in weiterer Folge das Asset Management System einer Einseilumlaufbahn optimal unterstützen kann. Dadurch kann das Management bei jeder Entscheidung optimal mit einer aktuellen Informationsgrundlage versorgt werden.

Die wichtigsten Punkte der Problemstellung werden in Abbildung 2 kurz grafisch zusammengefasst.

1.2 Zielsetzung

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, ein Vorgehensmodell zur Integration einer grafischen Benutzeroberfläche innerhalb des Asset Management Systems (siehe Kapitel 2.1) einer Einseilumlaufbahn zu entwickeln. Die im Rahmen dieser Diplomarbeit betrachtete Einseilumlaufbahn wird in Kapitel 5.2 näher vorgestellt.

Die Benutzeroberfläche soll in die Software, welche das Asset Management System bei der Planung, Koordinierung und Überwachung aller anlagenspezifischen Tätigkeiten unterstützt, integriert werden. Dadurch unterstützt die Oberfläche das Asset Management System bei der Erfassung und Planung aller Instandhaltungsaktivitäten, beim Nachweis von Mitarbeiterschulungen und bei der Koordinierung operativer Steuerungstätigkeiten. Des Weiteren stellt das Modell vor, wie das bestehende Asset Management System erweitert werden kann, und dadurch auch Dokumentations- und Entscheidungsgrundlagen in den Bereichen Organisation, Risikomanagement und Finanzplanung liefern kann.

Die Einbindung einer grafischen Oberfläche dient nicht nur der übersichtlicheren Anordnung der vorhandenen Dokumente. Grafische Symbole und Visualisierungen stellen die universellste Darstellung von Informationen dar und funktionieren auch über Sprachbarrieren hinweg.¹⁴ Aus diesem Grund eignet sich die grafische Oberfläche auch gut für Anlagen außerhalb des Hersteller-Landes.

Eine vom Autor dieser Arbeit durchgeführte Literaturrecherche hat ergeben, dass erste Versuche zur Implementierung einer grafischen Benutzeroberfläche innerhalb eines Asset Management Systems schon angestellt wurden, es existiert aber noch keine umfassende, flexible und schnell anpassbare Lösung. Ein Anbieter, welcher im

¹⁴ vgl. McInerny, Chen, Freeman, et.al, 2014, S. 148

Rahmen der Literaturrecherche untersucht wurde, ist zB. das Schweizer Unternehmen Remec mit seiner Software Sambesi. Die Software ist ein eigens für Seilbahnbetreiber entwickeltes grafisch aufbereitetes Instrument, welches das Management bei Instandhaltungstätigkeiten unterstützt und die wichtigsten Geschäftsprozesse beschreibt und dokumentiert.¹⁵ Das Tool bietet allerdings keinerlei Unterstützung in den Bereichen Risikomanagement, Finanzplanung oder Mitarbeiterverwaltung.

Zusammengefasst ist das Ziel dieser Arbeit die Entwicklung eines Vorgehensmodell zur Integration einer grafischen Benutzeroberfläche, welche das Asset Management System einer Einseilumlaufbahn unterstützt und erweitert. Stichwortartig sind die grundlegenden Aufgaben des Modells noch einmal in Abbildung 3 aufgelistet.



Abbildung 3: Grundlegende Aufgaben des Modells

1.3 Struktur und Vorgehensweise

Abbildung 4 zeigt eine kurze Übersicht über diese Diplomarbeit, um die grundlegende Struktur der Arbeit, die wichtigsten inhaltlichen Themen der jeweiligen Kapitel, sowie die grundlegende methodische Vorgehensweise wieder zu geben.

Diese Diplomarbeit startet mit der Darlegung der theoretischen Grundlagen, welche für das allgemeine Verständnis der Arbeit benötigt werden. Aufbauend auf einer umfangreichen Literaturrecherche wird ein fundiertes Grundlagenwissen zu den entsprechenden Themengebieten vermittelt, inklusive einer Erklärung der wichtigsten Begriffe.

Basierend auf den Ergebnissen der durchgeführten Literaturrecherche werden Anforderungen definiert, welche das Modell erfüllen muss. In weiterer Folge kann nach der Ausarbeitung der Modellanforderungen auf die Entwicklung des allgemeinen Modells eingegangen werden, welches später fähig sein soll, das Asset Management System einer Einseilumlaufbahn erweitern und umfassend unterstützen zu können.

¹⁵ vgl. Remec Homepage, 2016

Anschließend wird das entwickelte allgemeine Modell anhand eines praxisorientierten Beispiels umgesetzt.



Abbildung 4: Struktur und Vorgehensweise bei der Modellentwicklung

Nach der Umsetzung findet eine umfangreiche Modellbewertung statt, in dem das Modell anhand im Vorhinein definierter Kriterien bewertet wird. Sowohl eine allgemeine Modellvalidierung, als auch eine Bewertung der Modellumsetzung in das Asset Management System der betrachteten Einseilumlaufbahn findet statt. Im letzten Abschnitt werden noch ein paar abschließende Betrachtungen angestellt. Die Arbeit wird kurz zusammengefasst und ein Ausblick für die Zukunft wird gegeben.

2 Technische und wirtschaftliche Grundlagen

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse einer vom Autor dieser Arbeit durchgeführten Literaturrecherche präsentiert, auf deren Basis das spätere Modell aufgebaut wird. Folgende Themengebiete wurden im Rahmen der Literaturrecherche behandelt, und werden in diesem Kapitel näher vorgestellt:

- Asset Management
- Instandhaltung
- Einseilumlaufbahnen
- Grafische Benutzeroberflächen
- Quality Control Plan
- Kontinuierliche Verbesserungsprozesse
- Dokumentenmanagement

Am Ende des Kapitels werden Begriffsdefinitionen eingeführt, um eine klare Abgrenzung zwischen den Begriffen zu gewährleisten.

2.1 Asset Management

Asset Management stellt ein wichtiger Bestandteil dieser Arbeit dar, weil das vorgestellte Modell später im Rahmen eines Asset Management Systems entwickelt wird. Heutzutage wird Asset Management sehr oft für den effizienten Betrieb großer Anlagen verwendet, wie zB. bei speziellen Schiffen zur Förderung und Lagerung von Offshore Erdgas oder Öl (FPSO-Floating Production Storage and Offloading Unit)¹⁶ oder bei Stromnetzen¹⁷. Diese Diplomarbeit befasst sich mit dem Asset Management einer Einseilumlaufbahn.

2.1.1 Grundlagen zu Asset Management

Einen Überblick über Asset Management Systeme und seinen Vorteilen für das Unternehmen bietet die ISO 55000:2014.¹⁸

Grundsätzlich versteht man unter einem Asset ein Objekt oder einen Gegenstand, welcher potentiellen oder tatsächlichen Wert für eine Organisation hat. Dieser Wert kann materiell oder immateriell sein, sowie finanziell oder nicht-finanziell.

¹⁶ vgl. Ma, Sun, 2011, S. 484

¹⁷ vgl. Schneider, Gaul, Neumann, et.al, 2006, S.643

¹⁸ vgl. Norm: ISO 55000:2014

Unter Asset Management versteht man die Gesamtheit aller Aktivitäten innerhalb eines Unternehmens, um die Kosten und die Risiken eines Assets bei optimaler Leistung über seinen gesamten Lebenszyklus zu minimieren. In anderen Worten, Asset Management hat die Aufgabe, aus Anlagen einen Wert zu generieren und diesen bis zum Ausscheiden zu erhalten oder zu erhöhen.¹⁹ Eine weitere Definition für Asset Management lautet: „*an organisation’s coordinated multidisciplinary practice that applies human, equipment and financial resources to physical assets over their whole life cycle to achieve defined asset performance and cost objectives at acceptable levels of risk whilst taking account of the relevant governance, geopolitical, economic, social, demographic and technological regimes.*“²⁰

Asset Management kann als eine Kombination aus Hardware, Software und Services betrachtet werden, welche gemeinsam folgenden Funktionen erfüllen sollen:²¹

- Überwachen: Der Zustand der Anlage wird regelmäßig überprüft, um Abweichungen frühzeitig erkennen zu können.
- Vorhersagen: Potentielle Probleme müssen erkannt werden, bevor ein Schaden eintritt
- Analysieren: Probleme und potentielle Gefahren müssen bewertet, und ihre potentiellen Auswirkungen abgeschätzt werden
- Vorbeugen: Lösungen müssen entwickelt werden, um die Anlage vor Schäden in Ausnahmesituationen schützen zu können

Die grundlegenden Ziele von Asset Management können folgendermaßen formuliert werden:²²

- Erreichung einer maximalen Zuverlässigkeit und Effizienz der Anlage
- Steigerung des Anlagenwertes durch Verringerung der Kosten und Verlängerung der Lebensdauer
- Minimierung des benötigten Bedarfs an Ressourcen durch ihren optimalen Einsatz

Bis vor ein paar Jahren wurde der Begriff „Asset Management“ hauptsächlich im Finanzsektor verwendet, wenn es darum ging, den maximalen Output von finanziellen Investments zu erzielen. Dieser Ansatz kann aber auch auf physische, reale Assets angewendet werden. „Physisches“ Asset Management konzentriert sich auf den Return on Investment von Anlagengegenständen und liefert strategische Entscheidungsgrundlagen für anlagenbezogene Fragen:²³

¹⁹ vgl. Norm: ISO 55000:2014, S. 4

²⁰ Ruitenburg, Braaksma, van Dongen, 2014, S. 205

²¹ vgl. Mehta, Reddy, 2014, S. 481

²² vgl. Reichel, Müller, Mandelartz, 2009, S. 91

²³ vgl. Lloyd, 2010, Introduction, S. 1

- In was soll wann und wie investiert werden?
- Welche Assets sind am kritischsten?
- Welche Risiken sind zu beachten?
- Was muss man über das Asset wissen?
- Wie viel Personal ist für den Betrieb und die Instandhaltung notwendig?
- Wie erfolgt die Leistungsbewertung der Anlage?
- etc.

Asset Management stellt sicher, dass diese getroffenen Entscheidungen mit den Unternehmenszielen übereinstimmen und somit die Bedürfnisse aller Stakeholder gleichermaßen befriedigt werden. Beim „physischen“ Asset Management kann sich der Return on Investment auf viele Arten äußern, zB. in Form von verbesserter Servicequalität, geringerer Betriebs- und Instandhaltungskosten, verbessertem Unternehmensimage oder verminderten Kapitalkosten.²⁴

Aufbauend auf den Begriffen „Asset“ und „Asset Management“ kann nun der Begriff „Asset Management System“ erklärt werden. Ein Asset Management System kann definiert werden als *„the system that plans and controls the asset-related activities and their relationships to ensure the asset performance that meets the intended competitive strategy for the organization.“*²⁵ Ein Asset Management System ist also die Gesamtheit aller Tätigkeiten im Unternehmen, welche zur Aufgabe haben, die Asset Management-Politik zu gewährleisten, und um die Asset Management-Ziele zu erreichen. Es bietet einen strukturierten Ansatz für die Entwicklung, Koordination und Überwachung aller anlagenspezifischen Tätigkeiten über alle Lebenszyklusphasen hinweg und hilft dabei, diese Ziele mit den Unternehmenszielen abzustimmen.²⁶

Die effiziente Einführung eines Asset Management Systems kann einige Vorteile mit sich bringen:²⁷

- Schon in der Einführungsphase werden Potentiale zur Risikominimierung, neue Chancen und Ansätze für Prozessverbesserungen sichtbar: Für die Systemeinführung werden oft neue Instrumente und Prozesse benötigt. Ihre Einführung und ihr Gebrauch vergrößern das Unternehmens-Know-How und erleichtern die Entscheidungsfindung. Außerdem bringt der Einführungsprozess neue Sichtweisen und Ideen mit sich, welche sich in vielen Unternehmensbereichen als durchaus nützlich erweisen können.

²⁴ vgl. Lloyd, 2010, Introduction, S. 2

²⁵ El-Akruti, Dwight, Zhang, 2013, S. 227

²⁶ vgl. Norm: ISO 55000:2014, S. 5,

²⁷ vgl. ebenda

- Das Top-Management profitiert durch neue Einsichten und Verknüpfungen: Ein effizientes Asset Management System kann dazu beitragen, ein Verständnis für eine Anlage mit seiner Performance, seinen möglichen Risiken, seiner Nachhaltigkeit, seinem Investitionsbedarf und seinem Anlagenwert herzustellen, und es in die Entscheidungsfindung miteinfließen lassen.
- Durch eine verbesserte Informationsverknüpfung ergeben sich finanzielle Vorteile: Durch einen strategischen Asset Management Plan können langfristige Finanzpläne erstellt werden. Dadurch wird eine bessere Koordination der kurz-, mittel- und langfristigen Investition ermöglicht.

Asset Management ist keine neue Disziplin, vielmehr hat es sich über Jahrzehnte entwickelt, von anderen Disziplinen und Techniken gelernt und teilweise Philosophien von ihnen übernommen.²⁸ Abbildung 5 zeigt die zeitliche Abfolge der Management-Ansätze (oben) mit ihren jeweiligen Managementsystemen und Rahmenbedingungen (unten), die die Ansätze unterstützt haben.

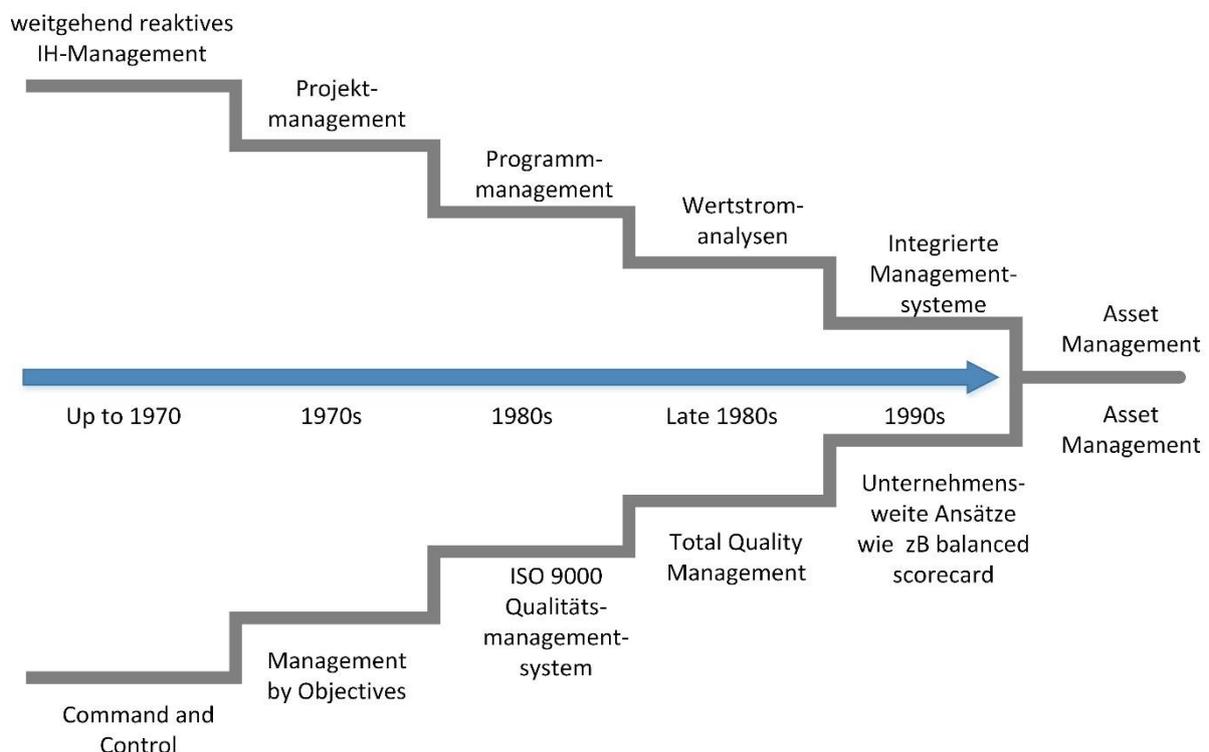


Abbildung 5: Entwicklung des Asset Managements²⁹

²⁸ vgl. Lloyd, 2010, S. 76

²⁹ vgl. ebenda, S. 77

2.1.2 Asset Management Bewertungsmodelle

Das Asset Management kann in verschiedenen Ausmaßen im Unternehmen implementiert sein, je nachdem, wie lange der Asset-Management-Gedanke schon existiert, und wie groß der Wille zur Änderung ist. Es wurden verschiedene Modelle entwickelt, um den „Reifegrad“ eines Asset Management Systems im Unternehmen feststellen zu können. Grundsätzlich versteht man unter Reifegrad nicht, wie komplex das Asset Management System aufgebaut ist, sondern wie angemessen mit den Kosten und den Risiken umgegangen wird. Ein gängiges Bewertungsmodell wird kurz vorgestellt: das AMCL Asset Management Excellence Model™ (AMEM), siehe Abbildung 6.

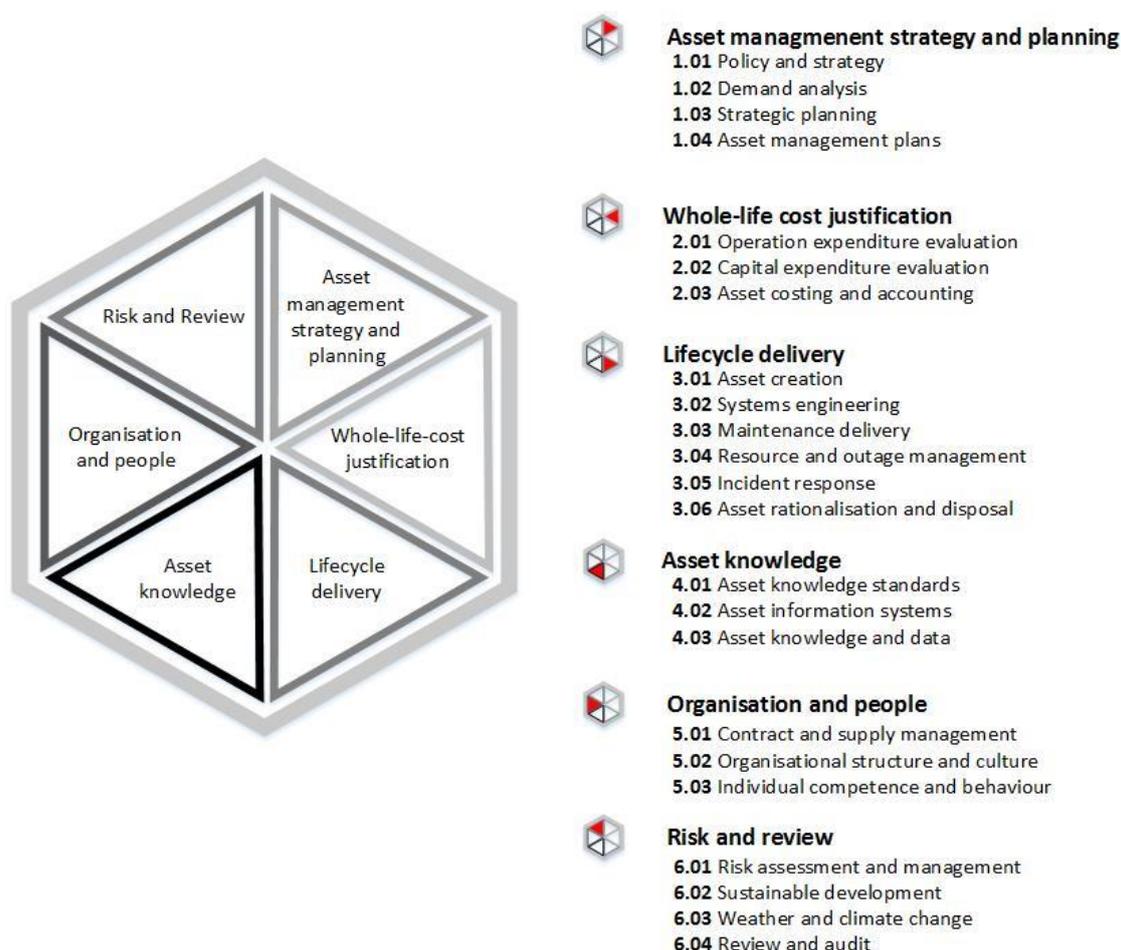


Abbildung 6: Asset Management Excellence Model™³⁰

Dieses Modell ermöglicht es, Asset Management Systeme von Unternehmen aus verschiedensten Industriebereichen zu bewerten, mit dem Ziel, ständig

³⁰ Lloyd, 2010, S. 82, eigene Abbildung

Verbesserungspotentiale aufzudecken und ein Weltklasse-Asset-Management System zu etablieren. Das Modell ist um 6 Gruppen und 23 Aktivitäten herum aufgebaut. Das AMEM Modell überprüft die Existenz, die Ganzheitlichkeit, die Effektivität und die benötigten Personal-Fähigkeiten für ein exzellentes Asset Management System. Die Unternehmen werden anhand dieser 23 Aktivitäten mithilfe von mehreren Bewertungskriterien und Fragen analysiert. Das Ergebnis hilft dabei, Verbesserungsmaßnahmen aufzudecken, zu bewerten und zu priorisieren. Des Weiteren liefert das Modell Informationen, an welcher Stelle sich das Unternehmen im Vergleich zum Best-Practice Kandidaten befindet.³¹

Ein weiteres Bewertungsmodell zum Vergleich des eigenen Asset Managements mit anderen vergleichbaren Unternehmen und der Anwendung von best-practice Methoden bietet das Scoreboard for Maintenance Excellence. Dieses Tool wird seit 1981 ständig weiterentwickelt und stellt derzeit mit 38 best-practice Kategorien und 600 konkreten Bewertungskriterien momentan eines der umfangreichsten Bewertungstools dar.³² Das Tool wird aus Platzgründen an dieser Stelle nur kurz erwähnt, für weitere Informationen dazu sei auf die Literatur verwiesen.

2.1.3 Kennzahlen zur Überwachung von Asset Management

Die Asset Management-Prozesse müssen in regelmäßigen Abständen überwacht und analysiert werden, um eventuelle Abweichungen von den gesetzten Zielen frühzeitig erkennen und ihnen entgegensteuern zu können. Die ISO 55002:2014 gibt hierfür grobe Vorgaben an. Im Rahmen dieser Asset-Management-Norm müssen geeignete Kennzahlen eingeführt werden, um die wichtigsten Prozesse sichtbar machen zu können. Zusätzlich müssen Maßnahmen für korrektive Aktionen getroffen werden, falls eine Kennzahl gewisse Grenzwerte über- oder unterschreitet. Die Kennzahlen können sowohl quantitativer, als auch qualitativer Natur sein, sowie finanziell oder nicht-finanziell.³³

Kennzahlen verwenden Basiszahlen, um einen bestimmten Sachverhalt in einer relevanten Form darzustellen. Sie können entweder schon im Unternehmen vorhanden sein, oder speziell für die Kennzahlenbildung neu erfasst, bzw. beschafft werden.³⁴ Bei der Erhebung der Basiszahlen ist darauf zu achten, dass Beeinflussbarkeit, Messbarkeit und Transparenz vorhanden sind, und dass die Beschaffung der Daten überhaupt wirtschaftlich sinnvoll ist. Im Vordergrund der Kennzahlentwicklung muss immer der eigentliche Zweck der Kennzahl, nämlich die

³¹ vgl. Lloyd, 2010, S.81ff

³² vgl. Peters, 2015, S. 39

³³ vgl. Norm: ISO 55002:2014, S.20f

³⁴ vgl. Pawellek, 2013, S. 67

Herstellung eines Zusammenhangs zwischen Einzelinformationen, stehen. Dadurch kann auf einen Blick die wesentliche Information dargestellt werden.³⁵

Eine generelle Vorgehensweise zur Bildung von sinnvollen Kennzahlen bietet die VDI 2893, siehe Abbildung 9. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde die Vorgehensweise dazu verwendet, um geeignete Kennzahlen-Kandidaten für die Verwendung im Rahmen des QCPs zu finden. In Kapitel 5.7 wird die Vorgehensweise anhand eines Beispiels näher erläutert.

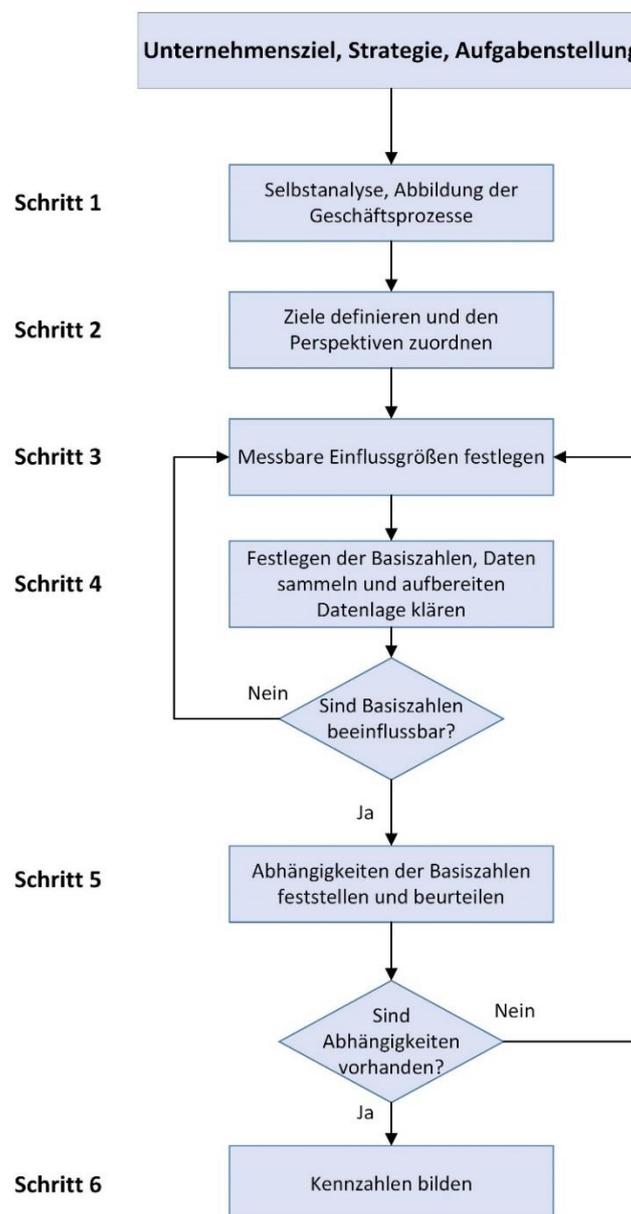


Abbildung 7: Vorgehensweise bei der Bildung von Kennzahlen³⁶

³⁵ vgl. Norm: VDI 2893:2006, S. 14

³⁶ vgl. ebenda, S. 12, eigene Abbildung

2.2 Instandhaltung

Einer der wichtigsten Bestandteile von Asset Management ist natürlich die Instandhaltung, denn ohne die entsprechenden Instandhaltungsstrategien kann nicht das maximale Potential in Sachen Zuverlässigkeit und Nachhaltigkeit der Anlage ausgeschöpft werden.³⁷ Aus diesem Grund wird diesem Thema ebenfalls ein Grundlagenkapitel gewidmet.

Instandhaltung wird laut DIN 31051 definiert als die *„Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Einheit, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung ihres funktionsfähigen Zustands dient, sodass sie die geforderte Funktion erfüllen kann“*³⁸

Im Rahmen der Instandhaltung können zwei grundlegende Instandhaltungsstrategien unterschieden werden – die reaktive und die präventive Strategie. Unter Instandhaltungsstrategie versteht man die Methode zur Erreichung der Instandhaltungsziele. Die Instandhaltungsstrategie regelt den Zeitpunkt, die Häufigkeit und die Arten an Instandhaltungsmaßnahmen, welche an der entsprechenden Anlage durchgeführt werden.³⁹ Auf die zwei Instandhaltungsstrategien wird im nachfolgenden kurz eingegangen.

2.2.1 Reaktive Instandhaltung

Die reaktive Instandhaltung wird u.a. auch als störungsbedingte Instandsetzung bezeichnet. Sie erfolgt erst nach Ausfall einer Komponente oder wenn festgelegte Messwerte aus einem definierten Intervall springen. Es werden keine periodischen Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt. Der Vorteil ist, dass der Planungsaufwand dieser Strategie nicht besonders hoch ist, allerdings erfolgen die Instandsetzungsmaßnahmen meist unter Zeitdruck. Zudem ist nicht garantiert, dass die erforderlichen Instandhaltungsressourcen, wie Personal, Werkzeuge oder Ersatzteile zum Zeitpunkt des Ausfalles vorhanden sind.⁴⁰ Dieser Umstand resultiert in Qualitätsverlusten, Sicherheitsrisiken, Ressourcenverschwendung, höherem Energiebedarf, etc.⁴¹

³⁷ vgl. Henderson, Pahlenkemper, Kraska, 2014, S. 450

³⁸ Norm: DIN 31051:2013, S. 4

³⁹ vgl. Schenk, 2010, S. 26

⁴⁰ vgl. ebenda, S. 27f

⁴¹ vgl. Henderson, Pahlenkemper, Kraska, 2014, S. 449

2.2.2 Präventive Instandhaltung

Die präventive Instandhaltungsstrategie kann in drei Unterkategorien unterteilt werden:

- Präventiv periodisch vorbeugend Instandhaltung
- Präventiv zustandsabhängige Instandhaltung
- Präventiv vorausschauende Instandhaltung

Bei der periodisch vorbeugenden Instandhaltungsstrategie werden Verschleißteile nach vordefinierten Nutzungszeiträumen ausgewechselt, unabhängig von ihrem tatsächlichen Zustand.

Bei der zustandsabhängigen präventiven Instandhaltung wird der tatsächliche Zustand der Anlage mittels entsprechenden Methoden und Werkzeugen bestimmt. Ist der Abnutzungsvorrat eines Teiles aufgebraucht, wird es ausgetauscht.

Die Weiterentwicklung der zustandsabhängigen präventiven Instandhaltung stellt die vorausschauende präventive Instandhaltungsstrategie dar. Bei dieser Strategie wird versucht, bereits potentielle Störungen aufzudecken und eliminieren.⁴²

Bei der Wahl einer passenden Instandhaltungsstrategie ist zu beachten, dass reaktive und präventive Instandhaltungsstrategien auch kombiniert werden können. Oftmals bewegen sich die Unternehmen bei der Wahl ihrer Instandhaltungsstrategie im Spannungsfeld zwischen reaktiven und präventiven Instandhaltungsmaßnahmen und deren Kostenwechselwirkungen, um ein Optimum der gesamten Instandhaltungskosten bei maximaler Anlagenverfügbarkeit zu gewährleisten. Abbildung 8 veranschaulicht den Zusammenhang. Bei zu viel präventiver Instandhaltung steigen die Kosten für die präventiven Instandhaltungsmaßnahmen zu stark an, bei zu wenig präventiver Instandhaltung übersteigen die reaktiven Instandhaltungsmaßnahmen das Kostenminimum.⁴³

⁴² vgl. Schenk, 2010, S.28ff

⁴³ vgl. Norm: VDI 2893:2006, S. 19

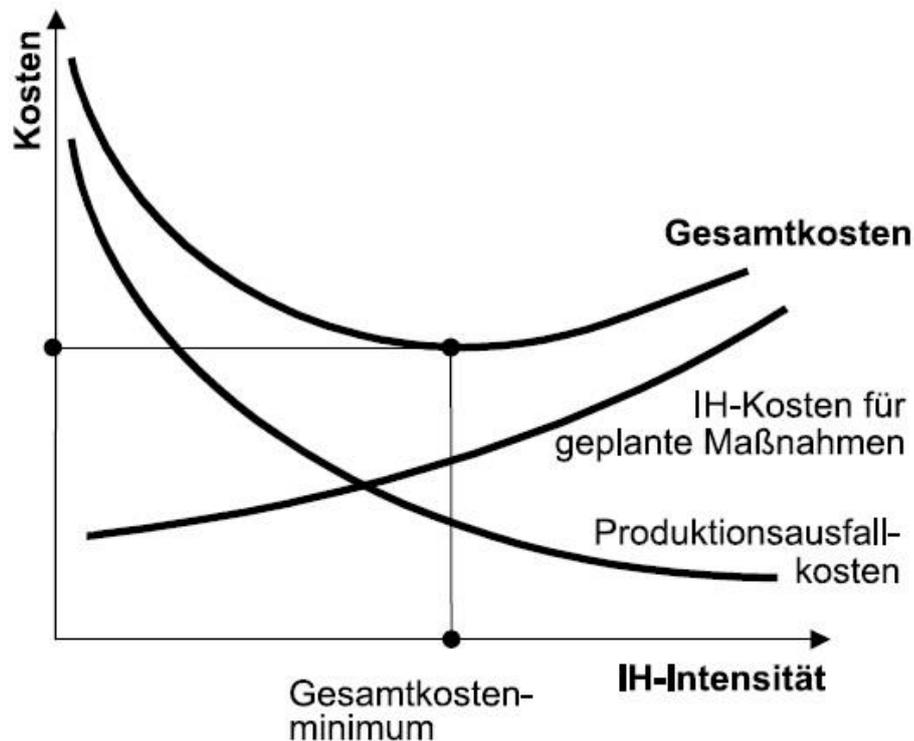


Abbildung 8: Gegenüberstellung Instandhaltungskosten und Ausfallkosten⁴⁴

2.3 Einseilumlaufbahnen

Das Modell zur Integration der grafischen Benutzeroberfläche wird in dieser Arbeit am Beispiel einer Einseilumlaufbahn umgesetzt. Aus diesem Grund wird in diesem Abschnitt nach einer allgemeinen Einführung kurz auf die wichtigsten und sicherheitskritischsten Bauteile eingegangen, um in den weiteren Kapiteln die grundsätzliche Verständlichkeit zu gewährleisten. Andere Seilbahntypen werden an dieser Stelle nicht erklärt, da sie für die Themenstellung nicht relevant sind.

Einseilumlaufbahnen sind Seilbahnsysteme, welche ein einzelnes Seil verwenden. Dieses Seil ist hinsichtlich der Konstruktion ein Zugseil wie bei Pendel- und Standseilbahnen. Seine Funktion ist aber nicht nur eine ziehende, sondern auch eine tragende. Deshalb wird diese Art von Seil als Förderseil bezeichnet.⁴⁵ Das Seil wird durch eine biegeweiche Spleißverbindung als Schleife ausgeführt, ohne dass nennenswerte Änderungen des Seilquerschnitts im Spleißbereich auftreten.⁴⁶ Über Seilscheiben wird die Seilschleife umgelenkt und angetrieben. Eine Spannvorrichtung sorgt dafür, dass eine konstante Spannkraft auf das Seil wirkt. Dies ist von großer

⁴⁴ Norm: VDI 2893:2006, S. 19

⁴⁵ vgl. Günthner, 2012, S.133

⁴⁶ vgl. Stammler, 2014, S. 20

Bedeutung, denn eine zu hohe Spannkraft kann zu einer Überbelastung des Seiles und der mechanischen Komponenten führen, während eine zu geringe Spannkraft zu unnötig hoher Seilbiegung beim Rollenübergang der Seilklemmen führt, zum Rutschen zwischen Seil und Antriebsscheibe und zur Auflockerung der Spleißverbindung.⁴⁷ Die Kabinen werden mit Klemmen am Seil befestigt. Diese gehen eine kraftschlüssige Verbindung mit dem Seil ein und können entweder fix befestigt oder kuppelbar ausgeführt werden. Werden die Fahrzeuge in der Station an der Kuppelstelle vom Seil getrennt, bezeichnet man die Anlage als kuppelbare Einseilumlaufbahn. Bleiben sie unlösbar am Seil, wird die Anlage als fixgeklemmte Einseilumlaufbahn bezeichnet.⁴⁸ Kuppelklemmen werden bei jeder Stationseinfahrt mindestens einmal geöffnet und wieder geschlossen. Die Fahrzeuge werden dadurch vom Seil gelöst und mit sogenannten Stationsförderern zum Fahrgasteinstieg und –ausstieg transportiert. Der Konstruktions- und Überwachungsaufwand ist für die kuppelbaren Klemmen zwar viel größer als für die Fixklemmen, sie bieten allerdings mehr Komfort beim Ein- und Aussteigen der Fahrgäste.⁴⁹ Damit das Seil während der gesamten Fahrt auf seiner Position bleibt, werden Stützen mit Rollenbatterien entlang der Strecke errichtet. Sie sorgen für eine geländenahe und ruhige Seilführung.⁵⁰

Grundsätzlich kennzeichnen sich Seilbahnen dadurch aus, dass die gesamte Antriebseinheit in den Stationen verbaut ist.⁵¹ Die Stützen tragen nur das Seil und sind dafür verantwortlich, dass es in Position bleibt. Dies hat den Vorteil, dass die Bauteile auf der Strecke recht einfach und robust gehalten werden können und wenig Elektronik benötigen. Defekte Teile können schnell mit wenig Werkzeug ausgetauscht werden.

2.3.1 Drahtseil

Der moderne Seilbahnbau wurde erst durch die Erfindung des Drahtseiles ermöglicht. Als Drahtseilwerkstoff wird größtenteils Stahl verwendet. Grund dafür ist, dass dieser Werkstoff für diese Anwendung am meisten untersucht worden ist und am besten vorhersehbar ist.⁵²

Ausgangsmaterial für die Seildrahtfertigung ist meist unlegierter Kohlenstoffstahl. Durch mehrere Kaltverformungsschritte erhält er seine Endfestigkeit. Je nach Kohlenstoffgehalt kann die Draht-Zugfestigkeit von 700-1000 N/mm² auf bis zu 2200 N/mm² und noch höher angehoben werden. Die Qualität des fertigen Drahtes wird durch mehrere Faktoren beeinflusst, wie zB. die Anzahl der Umformungsschritte und

⁴⁷ Vgl. Doppelmayr, 1998, S. 37

⁴⁸ vgl. Günthner, 2012, S133

⁴⁹ vgl. Stammler, 2014, S. 56

⁵⁰ vgl. Doppelmayr, 1998, S. 45-47

⁵¹ vgl. ebenda, S. 27

⁵² vgl. Stammler, 2014, S. 12

den Zwischenglühungen oder der Verformungsgeschwindigkeit. Die Kaltverformung bewirkt im Draht außer der Festigkeitssteigerung auch eine Verminderung des Verformungsvermögens und damit eine Versprödung. Dies ist vor allem an einer Verminderung der Bruchdehnung und –einschnürung des Werkstoffes im Zugversuch erkennbar.⁵³

Beim Bau von Einseilbahnen werden oft Litzenseile verwendet. Eine Litze besteht aus einem oder mehreren Lagen von Seildrähten, die schraublinienförmig um einen Kern gewunden sind. Dieser Kern kann ebenfalls aus Stahldrähten bestehen oder aber auch aus einer Fasereinlage. Eine Litze weist bereits alle grundlegenden Eigenschaften eines Seiles auf: Sie ist biegeweich und ein Bruch eines Einzeldrahtes führt zu keinem entscheidenden Tragkraftverlust.⁵⁴ Zur Herstellung von Litzenseilen werden mehrere Litzen zu einem Seil verseilt. Im Seilbahnbau werden sie meistens im Gleichschlag hergestellt, das bedeutet, dass die Drähte in den Litzen die gleiche Schlagrichtung aufweisen wie die Litzen im Seil. Dies bringt den Vorteil, dass das Seil weniger empfindlich gegenüber Abnützung und Reibung wird, und dass es recht biegsam bleibt.⁵⁵

Abbildung 9 zeigt den Querschnitt von verschiedenen Litzenseilen.

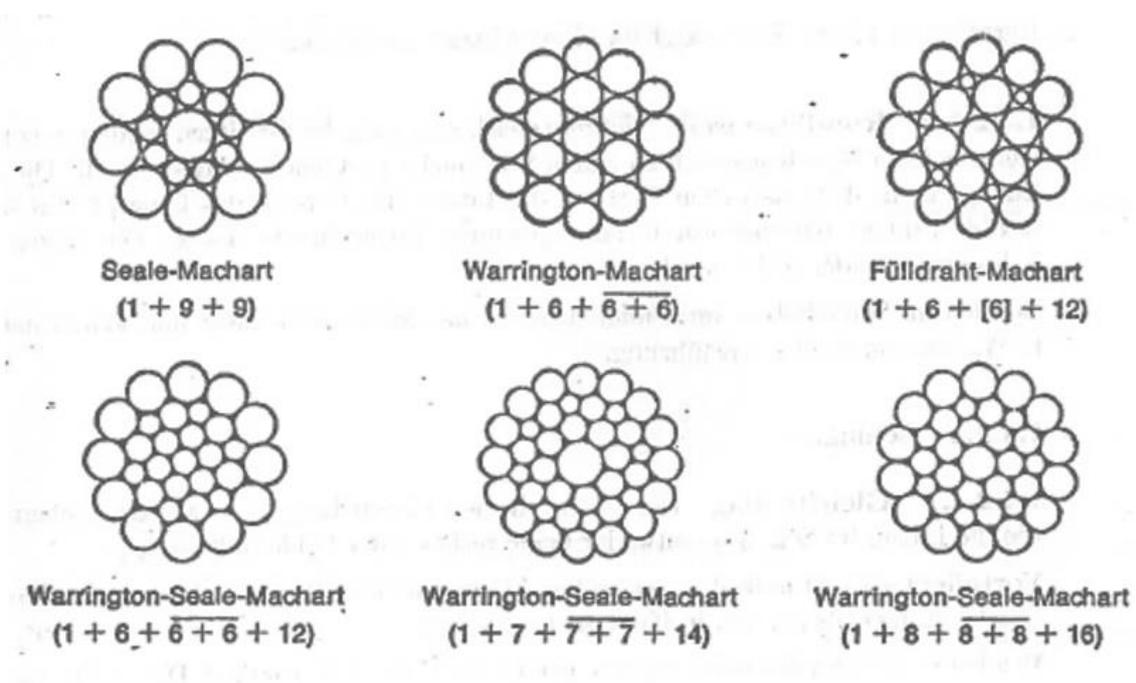


Abbildung 9: Verschieden Ausführungen von Litzenseilen⁵⁶

⁵³ vgl. Sedivy, 2011, S.6-7

⁵⁴ vgl. Stammler, 2014, S. 12

⁵⁵ vgl. ebenda, S. 15

⁵⁶ Stammler, 2014, S.14

Unter den Namensbezeichnungen der Seile stehen jeweils Zahlen. Diese Zahlen nennt man Flechtformeln. Sie geben Auskunft über den Aufbau des Seiles. (1+9+9) bedeutet zum Beispiel, dass das Seil einen Kern hat, und sich in der zweiten und dritten Schicht jeweils 9 Litzen befinden. Befinden sich in einer Schicht Litzen mit unterschiedlichem Durchmesser, werden diese mit einem gemeinsamen Querstrich gekennzeichnet.

Stahlseile sind zeitfeste Konstruktionselemente und müssen einer periodischen Beurteilung und Überwachung hinsichtlich Verschleißspuren oder Seilschäden unterzogen werden. Sie müssen monatlich visuell auf sichtbare Seilschäden oder Drahtbrüche kontrolliert werden, jährlich muss einmal der Seildurchmesser, die Schlaglänge und der Spleißbereich messtechnisch kontrolliert werden und im 4 bis 6-Jahresintervall wird das Seil magnetinduktiv auf innen liegende Seilschäden überprüft werden.

2.3.2 Seilbahnantrieb

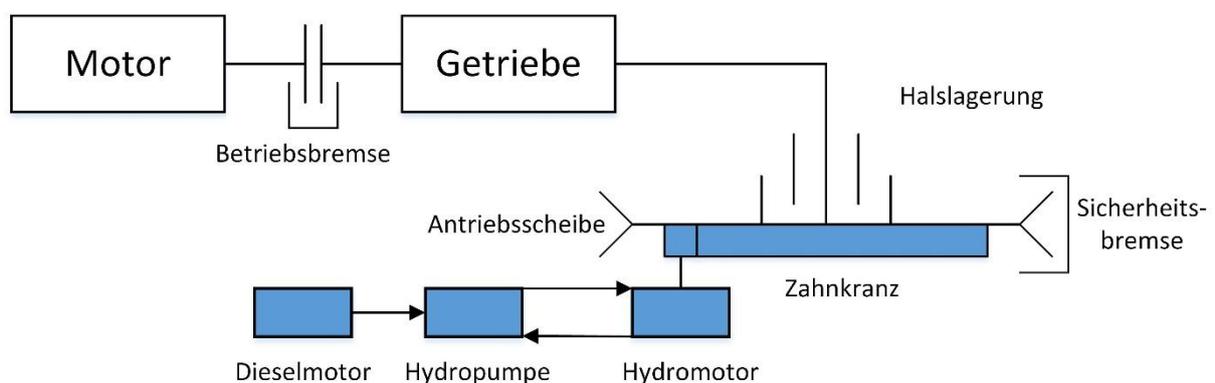


Abbildung 10: Antriebsschema einer kuppelbaren Bahn⁵⁷

Abbildung 10 zeigt das allgemeine Antriebsschema von modernen kuppelbaren Einseilumlaufbahnen. Als Motoren werden heutzutage fast ausschließlich frequenzgesteuerte Asynchronmaschinen eingesetzt, da sie die geringsten Verluste aufweisen.⁵⁸

Zwischen Motor und Getriebe ist die Betriebsbremse verbaut. Je nach Systemanforderungen können auch mehrere Betriebsbremsen eingebaut sein.

⁵⁷ vgl. Stammler, 2014, S.64

⁵⁸ vgl. ebenda, S. 64

Konstruktiv gesehen sind Betriebsbremsen durch Federpakete vorgespannte Scheibenbremsen, welche hydraulisch gelüftet werden müssen.⁵⁹

Die Halslagerung kommt bei Einseilumlaufbahnen oft zum Einsatz, weil ihre Konstruktion die auftretenden Kräfte auf alle Bauteile der Lagerung verteilt und somit die Gefahr von unzulässig hohen Belastungsspitzen vermindert.⁶⁰

Die Antriebsscheibe hat die Aufgabe, die mechanische Leistung vom Motor auf das Seil zu übertragen. Normalerweise wird sie als Schweißkonstruktion ausgeführt. Antriebsscheiben sind hochbelastete Bauteile und erfordern eine genaue Ermittlung der Spannungen mit Gestaltfestigkeitsnachweisen, vor allem bei den Schweißnähten. Im Falle einer Unterbrechung des Kraftflusses zwischen Antriebsscheibe und Motor, zB. durch einen Getriebebruch, muss die Antriebsscheibe immer noch sicher zum Stillstand gebracht werden. Dafür ist die Sicherheitsbremse zuständig. Sie sitzt direkt an der Antriebsscheibe und kann die Seilbahn zu jedem Zeitpunkt sicher stoppen. Weiters ist in manchen Situationen der gemeinsame Einsatz von Betriebs- und Sicherheitsbremse erforderlich.⁶¹

Bei einem Ausfall des Hauptantriebes muss immer noch gewährleistet werden, dass alle Fahrgäste innerhalb eines angemessenen Zeitraumes evakuiert werden können. Eine Maßnahme für diesen Fall ist der Hilfsantrieb. Er besteht meistens aus einem Dieselmotor, einer Hydropumpe und einem Hydromotor, wie in Abbildung 10. Bei einem elektrischen Defekt oder Antriebsschaden kann die Anlage mit dem Hilfsantrieb bei verringerter Geschwindigkeit „leergefahren“ werden.⁶²

2.3.3 Spanneinrichtung

Die Spanneinrichtung sorgt dafür, dass eine konstante Seilspannkraft aufgebracht wird. Ist das Seil nicht genügend gespannt, benötigen die Fahrzeuge viel mehr Kraft, um die Rollenbatterien überwinden zu können, eine zu hohe Spannkraft führt zu einer unzulässigen Belastung von Seil und mechanischen Bauteilen. Dies ist eine unnötige Belastung für das Seil und führt zu einem erhöhten Verschleiß.⁶³ Früher waren Spangewichte zum Seilspannen üblich. Diese neigten aber zum Schwingen und werden heutzutage deshalb vollständig durch hydraulische Spanneinrichtungen ersetzt.

⁵⁹ vgl. Günthner, 2012, S. 75

⁶⁰ vgl. Stammler, 2014, S.66

⁶¹ vgl. ebenda, S.66f

⁶² vgl. Günthner, 2012, S. 66

⁶³ vgl. Doppelmayr, 1998, S. 37

Hydraulische Spanneinrichtungen haben den Vorteil, dass sie nicht anfällig auf Schwingungen sind und dass die Spannkraft sehr genau eingestellt und überwacht werden kann. Die Hydraulikdrucküberwachung erfolgt mit zwei redundanten Druckanzeigegeräten, damit ein Versagen eines Messgeräts nicht zum Stillstand der Anlage führen kann. Des Weiteren müssen die Endlagen des Spannagens durch Endlagenschalter abgesichert sein.⁶⁴

2.3.4 Rollenbatterien

Rollenbatterien haben die Aufgabe, das Seil während der Strecke horizontal und vertikal zu führen und zu stabilisieren. Ihre Aufgabe ist es, die Lage des Seils zu sichern und unter allen Umständen zu verhindern, dass das Seil herauspringt.⁶⁵

Jede Seilrolle ist mit einer Kunststoff- oder Gummifütterung versehen, in der das Förderseil läuft. Außer der vertikalen Führung des Seils müssen die Rollen auch seine horizontale Lage sichern und ein Herauspringen aus der Führung unbedingt verhindern. Zu diesem Zweck sind die Rollen mit Bordscheiben ausgestattet, die die Fütterung in ihrer Lage halten.⁶⁶ Des Weiteren spannen die Bordscheiben das Gummifutter tangential und radial vor. Diese Vorspannung bewirkt, dass der Gummi langsamer verschleißt.

Die Rollenbatterien sind immer im Balancierprinzip angeordnet, um eine optimale Aufteilung der Seilkraft auf die einzelnen Rollen zu bewirken. Üblicherweise sind die Rollenbatterien mit Seilfangschuhen ausgestattet, um ein entgleisendes Seil abzufangen. Sie können auch zusätzlich mit Rope Position Detectors, kurz RPDs, ausgestattet werden.⁶⁷ Das sind Sensoren, die berührungslos die Position des Seiles bestimmen. Mit ihnen können schwankende Seilbewegungen erkannt und frühzeitig Gegenmaßnahmen getroffen werden.⁶⁸

⁶⁴ vgl. Stammler, 2014, S. 69

⁶⁵ vgl. Günthner, 2012, S. 39

⁶⁶ vgl. ebenda, S. 39

⁶⁷ vgl. Stammler, 2014, S. 71

⁶⁸ vgl. ebenda S. 83f

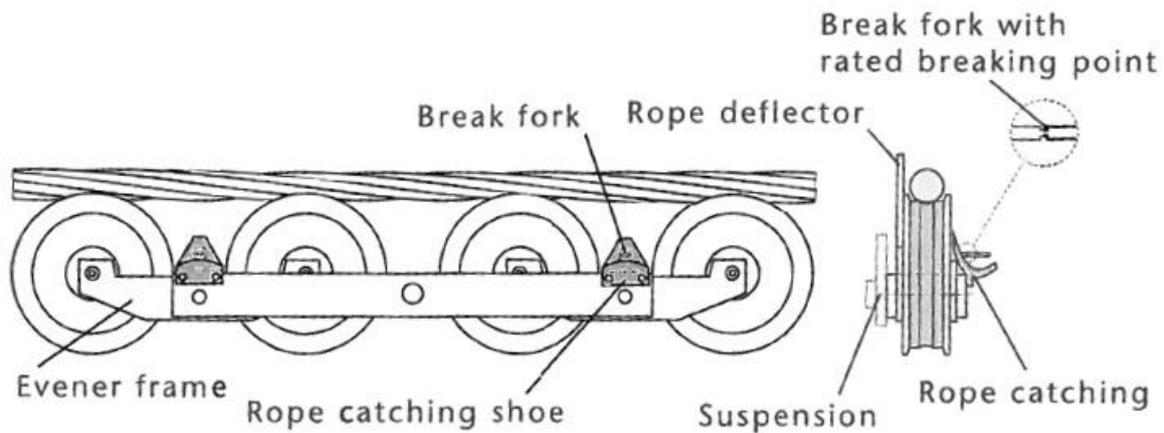


Abbildung 11: Rollenbatterieanordnung im Balancierprinzip mit Seilfangschuhen und Bruchstabschaltern⁶⁹

Abbildung 11 zeigt eine beispielhafte Anordnung von zwei Rollenbatterien im Balancierprinzip. Springt das Seil aus seiner Führung, wird es von Seilfangschuhen aufgefangen. Es kann somit nicht komplett abstürzen. Landet es in den Seilfangschuhen, werden die Bruchstabschalter ausgelöst. Diese bestehen aus einem Metallstab mit einer Sollbruchstelle, durch welchen ein Signal gesendet wird. Springt das Seil in den Schuh, bricht der Metallstab, das Signal kann nicht mehr übertragen werden und der Bahnbetrieb wird sofort gestoppt.⁷⁰

Die erste Rolle in der Rollenbatterie nimmt immer die größte Führungsarbeit auf, deshalb ist der Zustand dieser Rolle besonders wichtig.⁷¹

2.3.5 Seilklemmen

Seilklemmen können entweder fixgeklemmt oder kuppelbar ausgeführt werden. Vor Allem kuppelbare Klemmen sind hochkritische Bauteile, auch nach einer Vielzahl von Kuppelvorgängen darf es zu keiner einzigen Fehlkupplung kommen.⁷²

Aus Komfortgründen werden im modernen Seilbahnbau fast ausschließlich nur noch kuppelbare Klemmen verwendet. Diese sind mit einer Feder ausgestattet, damit die Kabinen beim Stationseinlauf entkuppelt und beim Stationsauslauf wieder ans Seil eingekuppelt werden können. Während der Stationsdurchlaufphase werden die

⁶⁹ Doppelmayr, 1998, S.44

⁷⁰ vgl. ebenda, 1998, S.44

⁷¹ vgl. Günthner, 2012, S. 139

⁷² Vgl. Stammler, 2014, S. 77f

Kabinen mit Hilfe eines Stationsförderers langsamer bewegt, damit die Fahrgäste bequem ein- und aussteigen können.⁷³

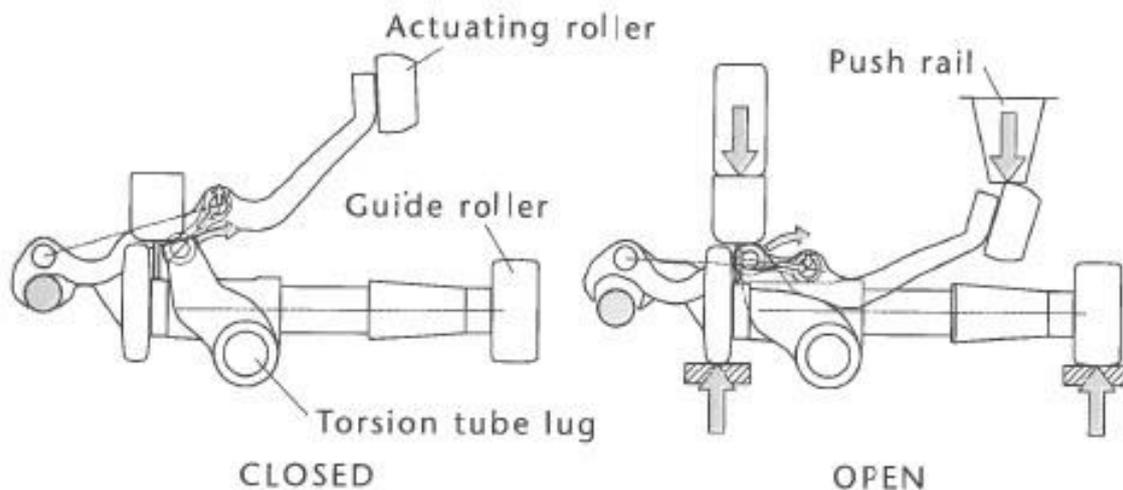


Abbildung 12: Kuppelbare Seilklemme⁷⁴

Heutzutage werden nur noch kuppelbare Federklemmen eingesetzt. Früher wurden auch Schraub- und Eigengewichtsklemmapparate verwendet. Abbildung 12 zeigt eine Seilklemme, wie sie bei den Kabinen des später betrachteten Projektbeispiels verwendet werden. Die Klemmkraft wird hier mithilfe von 4 Torsionsstäben erzeugt. Das linke Bild zeigt die geschlossene Klemme, wie sie ans Seil geklemmt ist. Beim Stationseinlauf wird die Betätigungsrolle („Actuating roller“) eingefangen und mithilfe einer Schienenführungsstruktur nach unten gedrückt. Der Hebel sorgt dafür, dass sich das Klemmenmaul öffnet, die Kabine löst sich vom Seil. Einmal betätigt, verbleibt diese Klemme in offener Position, bis der Hebel wieder mechanisch geschlossen wird.

⁷⁵

Vorteile dieser Konstruktion: ⁷⁶

- Der Betätigungshebel und das Klemmenmaul sind das gleiche Teil
- Die Torsionsstäbe sind witterungsgeschützt
- Die Klemmen können einfach ausgetauscht werden
- Kompakte Bauweise

⁷³ vgl. Stammler, 2014, S. 77f

⁷⁴ Doppelmayr, 1998, S. 63

⁷⁵ vgl. ebenda, 1998, S. 63

⁷⁶ vgl. ebenda, 1998, S. 63f

Nachteil:

- Um die Torsionsstäbe inspizieren zu können, muss die Klemme demontiert werden

2.4 Grafische Benutzeroberflächen (GUIs)

Ein Ziel dieser Arbeit ist das Design einer grafischen Benutzeroberfläche, deshalb werden in diesem Abschnitt kurz die Grundlagen zu GUIs umrissen.

Benutzeroberflächen stellen die Verbindung zwischen der grundlegenden Computer Hardware und den Befehls-Eingabegeräten her, diese Verbindung wird oft unter dem Begriff Mensch-Maschine Interaktion verstanden. Waren zu Beginn des Computer-Zeitalters die Eingabegeräte meist auf Maus und Tastatur eingeschränkt, existieren heutzutage unzählige Formen der Mensch-Maschine Interaktion. So wurden schon Untersuchungen angestellt, um u.a. Kopfbewegungen eines Menschen als Eingabemethode zu nutzen, und um auf diese Weise einen Roboter bedienen zu können – eine zukunftsweisende Technologie, welche zB. in elektrischen Rollstühlen Anwendung finden könnte.⁷⁷ Es existiert sogar schon die Technologie, Gehirnimpulse direkt in Maschinenbefehlen umwandeln zu können. Diese Methode der Mensch-Maschine Interaktion kann in der Entwicklung neuer, Gehirngesteuerten Prothesen Anwendung finden.⁷⁸

Da es – wie schon erwähnt wurde – zum Beginn der Computerentwicklung nur wenige Möglichkeiten der Befehlseingabe gab, wurden die Benutzeroberflächen dementsprechend einfach gehalten und deshalb direkt in das Betriebssystem einprogrammiert. Mit fortschreitender Entwicklung der Eingabegeräten und steigender Komplexität der Benutzeroberflächen mussten Software Schichten eingeführt werden. Für den Aufbau der einzelnen Software-Schichten existieren mehrere Modelle, eines davon wird in Abbildung 13 dargestellt.⁷⁹

Aus der Benutzersicht setzt sich die grafische Benutzeroberfläche aus der Benutzeroberflächen-Hardware (zB. Maus, Tastatur, Bildschirm, etc.) und dem Benutzeroberflächen-Code zusammen. Eingegebene Benutzerbefehle werden von der Benutzeroberflächen-Hardware und dem Benutzeroberflächen-Code entgegengenommen und an den Anwendungscode weiter gegeben. Im Anwendungscode werden Benutzeroperationen ausgeführt, Berechnungen, Datenbankzugriffe, etc. werden angestellt, danach werden Informationen zum einen

⁷⁷ vgl. Gautam, Vasu, et.al., 2014, S. 291

⁷⁸ vgl. Hortal, Planelles, et.al, 2015, S. 116

⁷⁹ vgl. Rees, White, et.al, 2001, S. 91

an das Betriebssystem weitergeleitet, zum anderen wird Rückmeldung an die grafische Benutzeroberfläche gegeben. Im Betriebssystem werden die Informationen aus dem Anwendungscode in Befehle für die Grundhardware umgewandelt.

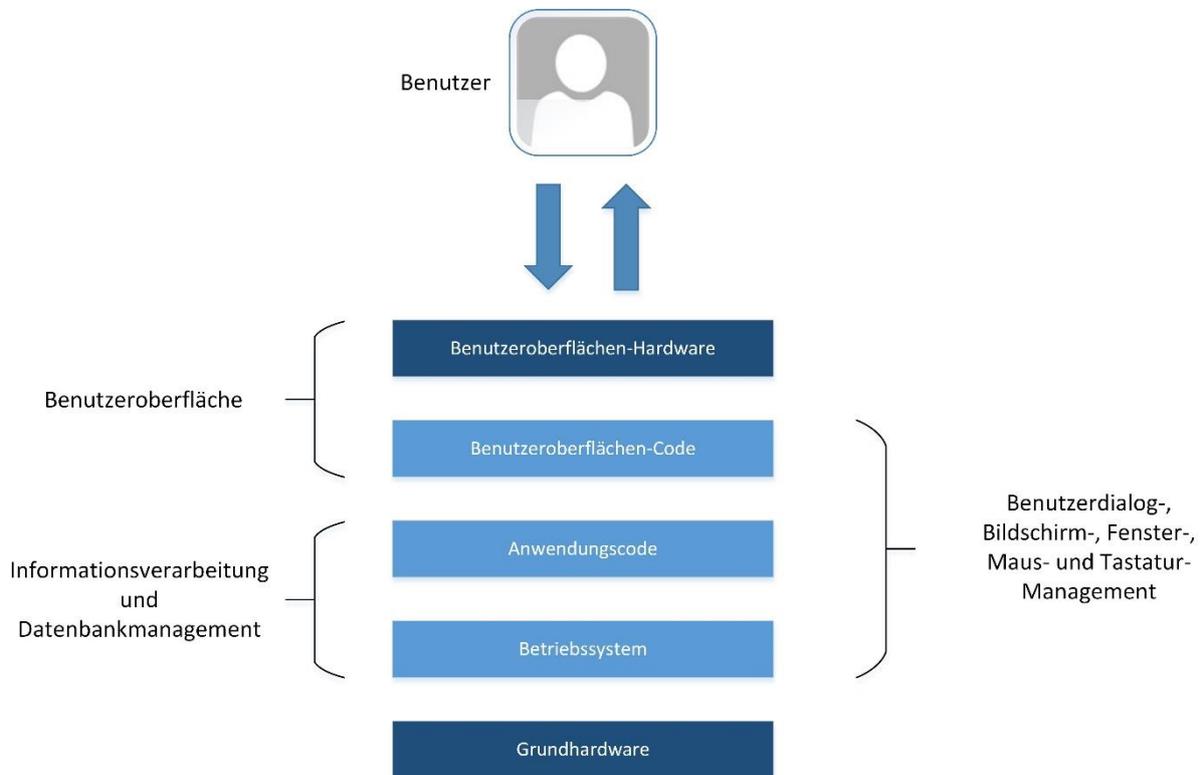


Abbildung 13: Schichtmodell der User Interface Software⁸⁰

Grafische Benutzeroberflächen, auch GUIs genannt („Graphical User Interface“) stellen eine grafische Aufbereitung von Benutzeroberflächen dar. Erste GUIs wurden im Palo Alto Research Center of Xerox 1981 entwickelt, der kommerzielle Durchbruch musste allerdings noch bis 1984 mit dem Apple Lisa und Macintosh warten.⁸¹

Damit die Benutzeroberfläche an den Menschen zielgerichtet angepasst werden kann, muss zuerst verstanden werden, wie die Informationsaufnahme und -verarbeitung beim Menschen erfolgt, bzw. welche Methoden er für diese Prozesse zur Verfügung hat. Folgenden Mechanismen benötigt der Mensch für diesen Vorgang:⁸²

⁸⁰ vgl. Rees, White, et. al., 2001, S. 92

⁸¹ vgl. ebenda

⁸² vgl. Zühlke, 2012, S. 6

- Sensorik: die Fähigkeit, Licht, Schall, Druck, Temperatur, Geruch und Geschmack zu erkennen
- Wahrnehmung: die Fähigkeit zum Verarbeiten und Interpretieren der über die Sensorik erhaltenen Informationen
- Kognition: das zielgerichtete Bearbeiten der erhaltenen und interpretierten Informationen
- Handeln: Die Realisierung von Handlungen, basieren auf den der Kognition bearbeiteten Informationen
- Motorik: Die tatsächliche Ausführung der Handlungspläne mittels Hand, Fuß, Auge, Stimme, etc.

Das Wissen über diese Mechanismen ist essentiell für eine Gestaltung einer effektiven und intuitiven grafischen Benutzeroberfläche.

Für das Design einer intuitiven GUI gibt es drei einfache und effektive Design-Prinzipien. Diese Prinzipien wurden im Rahmen dieser Diplomarbeit bei der Entwicklung der graphischen Benutzeroberfläche berücksichtigt, in den späteren Kapiteln werden sie zur Bewertung des Modells wieder aufgeführt und ihre Anwendung auf die Benutzeroberfläche ausführlich diskutiert.⁸³

- Konsistenz: in sich konsistente grafische Benutzeroberflächen bieten den großen Vorteil, dass sie für den Bediener vorhersehbar sind. Für den Aufbau einer konsistenten GUI gibt es Richtlinien. Als Erstes muss vermieden werden, dass Bezeichnungen und Buttons in der GUI doppeldeutige Kennzeichnungen erhalten. Für die gleiche Aufgabe dürfen nie zwei unterschiedliche Definitionen verwendet werden, und alle Objekte und Aktionen müssen richtig identifiziert und bezeichnet werden. Eine zweite Richtlinie besagt, dass, wenn möglich, alle Bedienungsfunktionen rückgängig ausführbar sein müssen. Falls eine nicht reversible Aktion ausgeführt wird, muss darauf vor der Ausführung eindeutig hingewiesen werden.
- Einfachheit: „keep it simple“ ist hier die Devise. Will man ein neues Feature zur Oberfläche hinzufügen, muss immer zuerst gefragt werden, ob es dadurch dem Benutzer erleichtert wird, seine primäre Aufgabe zu erledigen, oder ob die GUI dadurch nur unnötig überladen wird. Ein paar kleine Richtlinien zur Gestaltung einer einfachen GUI werden kurz erwähnt:
 - Es soll nie mehr gezeigt werden, als für die Zielerreichung benötigt wird
 - Der Benutzer soll so wenig wie möglich eingeben müssen
 - Im Fokus der Entwicklung müssen immer der Benutzer und die Aufgabe sein

⁸³ vgl. Rees, White, et. al., 2001, S. 167

- Wichtige Aspekte müssen besonders klar gestaltet sein
 - Wenn möglich, sollen Visualisierungen verwendet werden, die direkt manipuliert werden können
-
- Kontext: es ist wichtig, dass bei jeder Interaktionsstufe der Benutzer mit ausreichend Kontextinformationen versorgt wird, damit Verwirrung, Frustration und falsche Benutzereingaben vermieden werden können. Beispiele für kontextbezogene Informationen sind u.a. die Erklärung der bei dem aktuellen Schritt erlaubten Interaktionen (zB. nur Eingabe von Zahlen ist möglich, ein Objekt aus einem Dropdown Feld muss ausgewählt werden, etc.) oder Hinweise darauf, wie die nächsten Interaktionsschritte aussehen werden.⁸⁴

2.5 Quality Control Plan

Das in dieser Arbeit vorgestellte Modell muss ein zugrunde liegendes Managementwerkzeug zur Qualitätskontrolle und –verbesserung der Asset Management Prozesse aufweisen. Das Werkzeug muss die Fähigkeit besitzen, Prozessverbesserungspotentiale aufdecken und umsetzen zu können. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird der Quality Control Plan als grundlegendes Managementwerkzeug verwendet.

Ein Quality Control Plan (QCP) ist ein Management Tool, welches alle Aktivitäten, Werkzeuge und Prozesse im Unternehmen beschreibt, die benötigt werden, um die Unternehmensprozesse kontrollieren zu können. Die Anwendung und die Ausmaße des QCPs muss von jedem Unternehmen selbst entwickelt und definiert werden, da der Vorgang der Qualitätskontrolle normalerweise in jedem Unternehmen verschiedene Disziplinen umfasst und andere Methoden der Qualitätskontrolle erfordert.⁸⁵ Das Hauptziel des QCPs liegt in der Minimierung und der Kontrolle von Abweichungen. Somit hilft der QCP dem Unternehmen, Produkte und Dienstleistungen anbieten zu können, welche den Kundenanforderungen entsprechen oder sie sogar übersteigen.⁸⁶

Obwohl der QCP in der Literatur üblicherweise als six-sigma Instrument dargestellt wird, ordnet sich der QCP im Rahmen dieser Diplomarbeit eher als kontinuierliches Verbesserungsprozess-Instrument ein, da auf Vorgabe der Geschäftsleitung des Partnerunternehmens dem QCP nicht das six-sigma-übliche DMAIC Modell zur Prozessverbesserung zugrunde liegt, sondern der KVP-übliche PDCA- oder Deming-

⁸⁴ vgl. Rees, White, et. al., 2001, S. 173

⁸⁵ vgl. Bettayeb, Bassetto, et.al., 2014, S. 401

⁸⁶ vgl. Free-six-Sigma.com, 2015

Zyklus. Da sich dadurch aber nur die Struktur des QCPs ändert, und nicht seine grundsätzliche Arbeitsweise, wurden im Rahmen der Literaturrecherche auch Quellen aus dem six-sigma Bereich verwendet, da sich die enthaltenen Informationen auf den vorhandenen QCP übertragen lassen.

Ist der Quality Control Plan einmal sauber ausgearbeitet, dient er als Basis zur Findung der Key Performance Indikatoren (KPI). Durch die KPIs wird es ermöglicht, die kritischen Prozesse messbar zu machen und somit die Einhaltung von Zielvorgaben zu überwachen.⁸⁷ Anhand dieser Key Performance Indikatoren erfolgt auch die Leistungsbewertung der in Kapitel 5 betrachteten Beispielbahn. Auf dieses Thema wird in den späteren Kapiteln näher eingegangen.

Key Performance Indikatoren sind finanzielle und nicht-finanzielle Kennzahlen, deren Überwachung für die Messung und Steuerung des Zielerreichungsgrades besonders wichtig und kritisch ist.⁸⁸ Beispiele hierfür können zB. ein ROI, Kundenzufriedenheit, Verkaufszahlen pro Quadratmeter, etc. sein. Normalerweise werden für ein Projekt oder eine Unternehmung zwischen 4 und 10 KPIs definiert. Werden zu viele KPIs eingeführt, geht die Übersichtlichkeit verloren.⁸⁹

Ein QCP ist alles andere als ein standardisiertes Tool, jedes Unternehmen muss einen individuellen, auf sich zugeschnittenen Plan erstellen, welcher sich durchaus dynamisch im Laufe der Zeit verändern kann.⁹⁰ Der für diese Diplomarbeit verwendete QCP des Partnerunternehmens kann aus Anhang 8 entnommen werden. Wie schon erwähnt, wurde für den vorgestellten Quality Control Plan statt des six-sigma üblichen DMAIC Modells ein KVP-üblicher PDCA Zyklus verwendet – was wiederum die Veränderlichkeit dieses Instruments bestätigt.

2.6 Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)

In Kapitel 2.4 wurde erklärt, dass es die Aufgabe vom QCP ist, die kritischen Prozesse messbar zu machen und sie gleichzeitig zu verbessern. Ziel ist es also, einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess, kurz KVP, in allen kritischen Bereichen zu etablieren. Alle Mitarbeiter müssen einen Beitrag zur Verbesserung der Geschäftsabläufe leisten, um die KVP-Politik erfolgreich durchsetzen zu können. Grundsätzlich ist kontinuierliche Verbesserung eine ständige Aneinanderreihung von PDCA-Zyklen.⁹¹

⁸⁷ vgl. Quality Magazine, 2015

⁸⁸ vgl. Norm: ISO 55002:2014, S.20f

⁸⁹ vgl. PricewaterhouseCoopers, 2015

⁹⁰ vgl. Bettayeb, Bassetto, et.al., 2014, S. 401

⁹¹ vgl. Matyas, 2010

Der japanische Ansatz zur ständigen Prozessverbesserung nennt sich KAIZEN. KAI steht für „verändern“ und ZEN für „gut“ – also „zum besseren Verändern“. Beim Kaizen-Ansatz sind die Mitarbeiter ständig dazu angehalten, ihre Arbeitsmethoden zu hinterfragen. Der Vorgesetzte muss diese Aktivitäten unterstützen, und den Mitarbeitern die benötigte Zeit und den erforderlichen Freiraum lassen.⁹² Eine ordentliche Systematisierung und Abgrenzung zwischen KVP und KAIZEN ist nicht einfach, da jedes Unternehmen mit der Zeit seine eigenen Verbesserungskonzepte entwickelt. Maßgeschneidert funktionieren sie am besten.

Abbildung 14 beschreibt das Zusammenspiel von Innovation und kontinuierlicher Verbesserung. Während Innovationen abrupt ablaufen und im besten Fall die Prozessleistung sprunghaft steigern, soll KVP für eine stetige, kontinuierliche Prozessverbesserung sorgen. Werden Innovationen nicht ständig verbessert, sind Leistungsverluste bis zur Einführung neuer Innovationen vorprogrammiert. Durch die Einbindung einer KVP Politik kann auch zwischen zwei Innovationsschritten in kleinen Schritten die Prozessleistung verbessert werden. Es muss deshalb ein erreichtes Innovationsniveau durch eine Reihe kleiner, beständiger KVP-Aktivitäten erhalten und weiter verbessert werden.⁹³

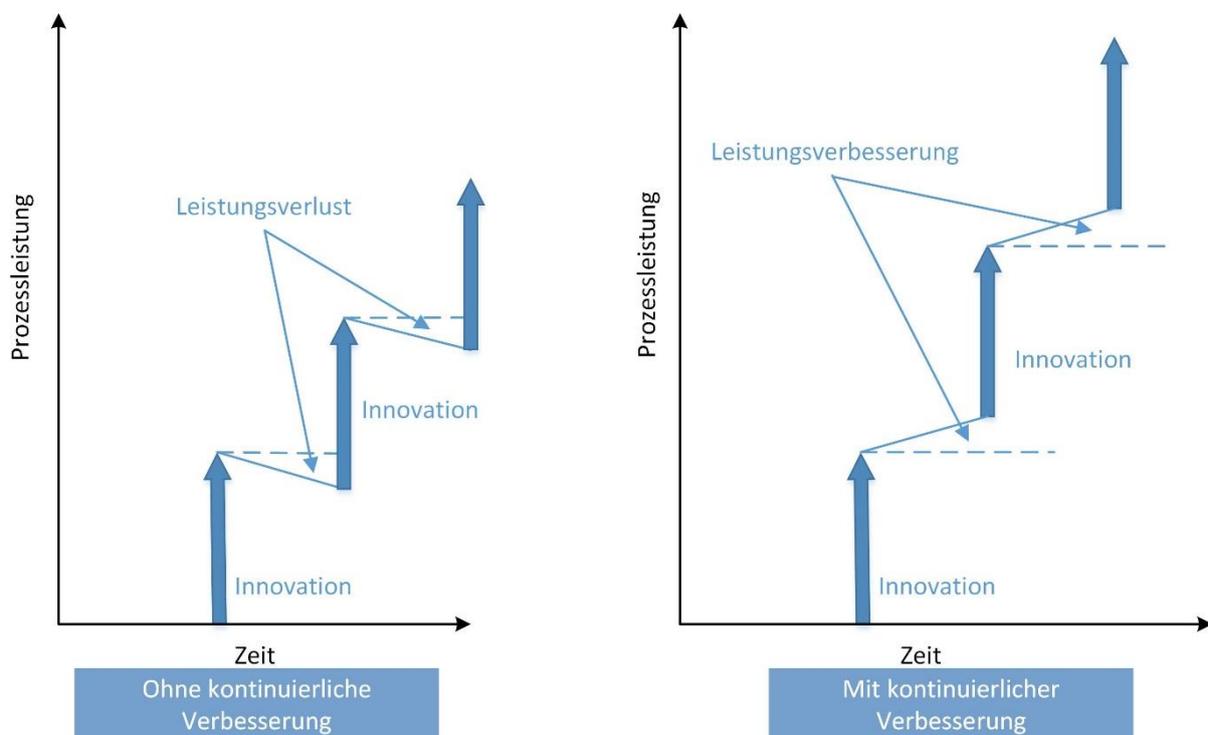


Abbildung 14: Darstellung von KVP und Innovation⁹⁴

⁹² vgl. Reichel, 2009, S. 35f

⁹³ vgl. Koch, 2011, S. 116

⁹⁴ vgl. ebenda, S. 116, eigene Abbildung

2.7 Dokumentenmanagement

Die vorgestellte grafische Benutzeroberfläche soll später in das Asset Management System einer Einseilumlaufbahn integriert werden, dadurch das Management bei den operativen Steuerungstätigkeiten unterstützen und die Betriebsführung der Bahnanlage vereinfachen. Im Rahmen einer Betriebsführung fallen verschiedenste Arten von Dokumenten an. Unter ihnen versteht man nicht nur Bestellungen und Rechnungen, sondern auch Manuals, technische Zeichnungen, Verträge, Berichte, niedergeschriebene Prozesse, etc. Ein Rahmenwerk für die Ausgestaltung des Dokumentenmanagements wird durch verschiedene Normen vorgegeben:

- Ein umfangreiches Dokumentenmanagement ist für das Unternehmen zwingend erforderlich, damit die allgemeine Nachweispflicht gegeben ist, und das Unternehmen den Standards laut ISO 9001:2008 bezüglich Dokumentationsanforderungen entspricht. Die Norm gibt vor, dass die Dokumentation alle *„Dokumente, einschließlich Aufzeichnungen, die die Organisation zur Sicherstellung der wirksamen Planung, Durchführung und Lenkung ihrer Prozesse als notwendig eingestuft hat“*⁹⁵, umfassen muss.
- Eine weitere Vorgabe für den Umfang des Dokumentenmanagements wird durch die DIN 12397:2006 vorgegeben. Sie beschreibt Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr. In ihr wird definiert, welche Dokumente der Betriebsleiter einer Anlage zur Verfügung haben muss.⁹⁶
- Die DIN 12408:2004 beschreibt das Qualitätssicherungssystem, welches für den Betrieb eines Seilbahnsystems eingeführt werden muss. Im Rahmen des Qualitätssicherungssystems werden sicherheitskritische Bauteile in zwei Klassen eingeteilt, pro Klasse werden Rückverfolgbarkeitskriterien definiert, welche erfüllt – und dokumentiert – werden müssen. Es wird unterschieden zwischen *„Rückverfolgbarkeit vorgeschalteter Abläufe“* (*„das Vermögen, ausgehend von der Identifikation eines Bauteiles, alle das Bauteil betreffenden Spezifikationen und Rückverfolgbarkeitsdokumente zu ermitteln“*⁹⁷) und *„Rückverfolgbarkeit nachgeschalteter Abläufe“* (*„das Vermögen, ausgehend von der Identifikation eines Bauteiles, seinen Verwendungsort zu bestimmen“*⁹⁸).

⁹⁵ Norm: ISO 9001:2008, S. 16

⁹⁶ vgl. Norm: DIN 12397:2006, S. 13

⁹⁷ Norm: DIN 12408:2004, S. 5

⁹⁸ ebenda

- In der DIN 12929:2015 wird festgehalten, dass Betriebsanleitungen und Anleitungen für die Instandhaltung vorhanden sein müssen: *„Der Hersteller und/oder Lieferant müssen für den sicheren Betrieb und die Instandhaltung von Seilbahnen eine Betriebsanleitung mit den hierzu erforderlichen Angaben mitliefern.“*⁹⁹ Unter diese Angaben fallen u.a. technische Daten, das Ingang- und Stillsetzen der Anlage, Kontrolle der Sicherheitseinrichtungen, Instandhaltungsmaßnahmen, Beseitigung von Störungen, etc.

2.8 Begriffsdefinitionen

An dieser Stelle werden Begriffe definiert, welche im Rahmen dieser Arbeit oder im Anhang erwähnt werden und nicht unbedingt ohne Vorkenntnisse verständlich sind. Genaue Definitionen dieser Begriffe werden in diesem Kapitel eingeführt, da sie sonst auf verschiedene Weisen aufgegriffen werden können. Die Begriffe werden in Unterkategorien eingeteilt, um eine allgemeine Übersichtlichkeit zu erhalten.

2.8.1 Allgemeine Definitionen

Modell

Der erste Begriff, der näher erläutert wird, erscheint schon im Titel dieser Diplomarbeit: das Modell. Jeder hat diesen Begriff schon einmal gehört, die wenigstens kennen aber seine genaue Definition.

Nach Stachowiak wird ein Modell durch 3 Merkmale gekennzeichnet:

- Abbildungsmerkmal
- Verkürzungsmerkmal
- Pragmatisches Merkmal

Das Abbildungsmerkmal besagt, dass jedes Modell eine Abbildung eines Objektes oder eines anderen Modelles ist. Das Verkürzungsmerkmal sagt aus, dass ein Modell nicht alle Eigenschaften des abgebildeten Originals aufweisen muss. Es sollen nur jene Eigenschaften betrachtet werden, welche für die Modellbetrachtung relevant sind. Das pragmatische Merkmal beschreibt, dass jedes Modell für einen bestimmten Verwendungszweck geschaffen wird.¹⁰⁰

⁹⁹ Norm: Din 12929:2015, S 49

¹⁰⁰ vgl. Glinz, 2005

Validierung

Am Ende des Praxisteiles der Diplomarbeit wird das fertig entwickelte Modell validiert. Der Begriff wird recht oft in wissenschaftlichen Arbeiten verwendet, was er eigentlich wirklich bedeutet, erklärt die nachstehende Definition:

Die Definition für Validierung ist die *„Bestätigung durch Bereitstellung eines objektiven Nachweises, dass die Anforderungen für einen spezifischen beabsichtigten Gebrauch oder eine spezifische beabsichtigte Anwendung erfüllt worden sind.“*¹⁰¹

Betriebsführung

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird ein Modell für eine grafische Benutzeroberfläche entwickelt, welche in das Asset Management System der Anlage eingebunden wird, und dadurch die Betriebsführung unterstützt. Für den Begriff „Betriebsführung“ existieren viele Bedeutungen, aus diesem Grund ist es wichtig, eine eindeutige Definition zu erbringen, welche für diese Arbeit gültig ist.

In dieser Arbeit wird unter dem Begriff Betriebsführung die operative Unternehmensführung verstanden. Sie ist verantwortlich für die Koordination der laufenden Aktivitäten nach den strategischen Vorgaben und deren Umsetzung im Tagesgeschäft.¹⁰²

2.8.2 Instandhaltungsbasierte Begriffe

Verfügbarkeit

Verfügbarkeit spielt für das Thema Asset Management eine essentielle Rolle, denn ein zentrales Ziel von Asset Management ist es, dass das betrachtete Asset bei minimalen Kosten und Risiken eine optimale Leistung erbringen kann. Unter optimaler Leistung kann man einen fehlerfreien Betrieb und eine minimale Ausfallrate verstehen. Allgemein gesagt, das Objekt soll zu jeder Zeit verfügbar sein.

Eine Definition von Verfügbarkeit lautet:

*„Die Verfügbarkeit ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sich ein System zum Zeitpunkt t oder während einer definierten Zeitspanne in einem funktionsfähigen Zustand befindet, wenn es vorschriftsmäßig betrieben und instandgehalten wurde“*¹⁰³

¹⁰¹ Norm ISO 9241-210:2010, S. 8

¹⁰² vgl. Schuh, Kampker, 2011, S. 6

¹⁰³ Bertsche, Lechner, 2004, S. 355

Fähigkeit

In Kapitel 5.3 wird der Begriff der Anlageneffektivität beschrieben. Diese Kenngröße wird u.a. von den Faktoren Fähigkeit und Sicherheit beeinflusst, deshalb wird hier auch noch eine Definition dieser beiden Begriffe gegeben.

Fähigkeit beschreibt das Vermögen, eine Leistung von gegebener Quantität unter gegebener Bedingung erbringen zu können.¹⁰⁴

Sicherheit

Aus demselben Grund wie beim Begriff Fähigkeit wird für den Begriff Sicherheit eine Begriffsdefinition eingeführt.

Sicherheit ist definiert als das Vermögen eines Objektes, weder Verletzungen an Personen, noch signifikanten Materialschäden oder inakzeptable Konsequenzen zu verursachen.¹⁰⁵

Zuverlässigkeit

Zuverlässigkeit ist im Rahmen dieser Diplomarbeit ein wichtiger Begriff, denn ein Ziel vom Asset Management System ist es, die Verfügbarkeit zu optimieren. Dies kann nur dann gewährleistet werden, wenn die Anlage über eine hohe Zuverlässigkeit verfügt.

Die DIN 40041 erklärt Zuverlässigkeit als *„Beschaffenheit einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, während oder nach vorgegebenen Zeitspannen bei vorgegebenen Anwendungsbedingungen die Zuverlässigkeitsforderung zu erfüllen“*¹⁰⁶

Zuverlässigkeitsforderung bedeutet wiederum die *„Gesamtheit der betrachteten Einzelforderungen an die Beschaffenheit einer Einheit, die das Verhalten der Einheit während oder nach vorgegebenen Zeitspannen bei vorgegebenen Anwendungsbedingungen betreffen, und zwar in der betrachteten Konkretisierungsstufe der Einzelforderungen“*¹⁰⁷

¹⁰⁴ vgl. Birolini, 2007, S. 362

¹⁰⁵ vgl. ebenda, S. 363

¹⁰⁶ Norm: DIN 40041:1990, S. 2

¹⁰⁷ Norm: DIN 40041:1990, S. 2

2.8.3 Benutzeroberflächenbasierte Begriffe

Interaktives System

Ein Ziel dieser Arbeit ist es, Icons zu entwickeln, welche später standardisiert und für interaktive Grafiken verwendet werden können. An dieser Stelle wird die Definition von interaktiven Systemen gegeben:

Ein interaktives System ist die „*Kombination von Hardware, Software und/oder Dienstleistungen, die Eingaben von einem (einer) Benutzer(in) empfängt und Ausgaben zu einem (einer) Benutzer(in) übermittelt*“¹⁰⁸

Hover Bereich

In das vorgestellte Modell wird eine Funktion eingebunden, die in der Literatur „Tooltip“ genannt wird. Dieser Begriff soll hier noch kurz erläutert werden:

In der ISO Norm 9241-161:2014, welche derzeit noch ein Entwurf ist, wird der Begriff „*Hover-Bereich*“ eingeführt und folgendermaßen erklärt: „*Bereich der Benutzungsschnittstelle, der auf einen darüber liegenden Zeiger reagiert*“¹⁰⁹. Die Funktion wird in Kapitel 5.6.5 näher beschrieben.

Bildschirmsymbol (Piktogramm, Icon)

Icons haben in dieser Diplomarbeit eine große Bedeutung, denn sie stellen sicher, dass einerseits das Modell interkulturell verständlich ist, und andererseits leisten sie einen großen Beitrag zur Einfachheit und Übersichtlichkeit.

Eine normgerechte Definition von Icon lautet: „*Ein graphisches Element am Bildschirm, das ein Objekt, eine Aktion oder eine Funktion darstellt.*“¹¹⁰

¹⁰⁸ Norm: ISO 9241-210:2010, S. 6

¹⁰⁹ Norm: ISO 9241-161:2014, S. 13

¹¹⁰ Norm: ISO 9241-16:1999, S. 4

3 Anforderungen an das allgemeine Modell

Vor Beginn des Praxisteils dieser Diplomarbeit werden Faktoren definiert, welche das vorgestellte Modell erfüllen muss und anhand deren das entwickelte Projekt in Kapitel 6 später bewertet werden kann. Für die Definition sinnvoller Anforderungsparameter wurden im Rahmen von Workshops und einigen Brainstormings Fachexperten des Partnerunternehmens, sowie die Geschäftsleitung herangezogen. Die Parameter müssen so definiert werden, dass das Modell gut arbeitsfähig und flexibel gestaltbar ist. Außerdem trägt eine sorgfältig ausgearbeitete Modellbewertung dazu bei, zum einen den Erfolgs- oder Misserfolgsgrad der Arbeit zu bestimmen und zum anderen Potentiale des Modells für die Zukunft aufzeigen zu können.

Der Prozess zur Findung sinnvoller Anforderungsparameter startete mit grundsätzlichen Überlegungen, wie zielführende Erfolgsfaktoren für ein Modell definiert werden können. Mehrere Vorschläge wurden erarbeitet, schlussendlich fand in enger Zusammenarbeit mit der Geschäftsleitung des für die Beispielbahn zuständigen Unternehmens die endgültige Ausformulierung der Anforderungsparameter statt. Der letzte Schritt gewährleistet, dass das Modell nicht nur in dieser Arbeit erfolgsversprechend aussieht, sondern dass es auch für das später betrachtete Beispielprojekt einen tatsächlichen Nutzen bringt.

Die Eckpunkte, welche gemeinsam definiert wurden, werden an dieser Stelle kurz aufgezeigt und erläutert:

- Das Modell soll sich gut in das Asset Management System der später betrachteten Beispiel-Einseilumlaufbahn umsetzen lassen. Ziel dieser Arbeit ist es allerdings nicht, eine spezielle Sonderlösung für ein betrachtetes Beispielsystem zu entwickeln, sondern ein allgemein gültiges Modell zu entwickeln, welches auch schnell auf neue oder bereits bestehende Anlagen umgesetzt werden kann.
- Das Modell soll transparent sein, alle relevanten Faktoren enthalten und zuverlässig arbeiten. Durch die Transparenz sollen Fehler im Modell schnell aufgedeckt werden können und die Zuverlässigkeit garantiert, dass von Beginn an so wenig Fehler wie möglich eingebaut werden.
- Das Modell soll die Veränderlichkeit des Systems über die Lebensdauer widerspiegeln. Bei großen Anlagen, wie zB. Einseilumlaufbahnen, kann es durchaus vorkommen, dass größere Änderungen im Laufe ihres Lebens an ihnen vorgenommen werden. Als ein Grund hierfür können zB. sich ändernde Sicherheitsanforderungen an das System genannt werden. Das Asset Management System muss die Anlage über die ganze Lebensdauer begleiten,

deshalb muss das Modell genauso an Veränderungen angepasst werden können, wie die Anlage selbst.

- Das Modell soll leicht an Änderungen angepasst werden können. Ergeben sich zB. Änderungen im Quality Control Plan oder Neuerungen zum Thema Dokumentenmanagement, müssen diese Änderungen ohne große Probleme in das Modell übertragen werden können.
- Das Modell soll so einfach wie möglich gehalten sein, um eine schnelle Auswertung sicherzustellen. Das in dieser Arbeit vorgestellte Projekt soll den Betrieb einer Einseilumlaufbahn unterstützen und nicht erschweren. Die Bedienung muss also so einfach und intuitiv wie möglich gehalten werden, damit der Fokus der Aufmerksamkeit auf der Anlage liegt und nicht auf dem Asset Management System.
- Im Kapitel 2.4 wurden zusätzliche Anforderungen an das Design der GUI gestellt. Diese Anforderungen sollen der Vollständigkeit halber an dieser Stelle auch noch einmal erwähnt werden. Das Design muss Kriterien in Sachen Konsistenz, Einfachheit und Kontext erfüllen. Für weitere Informationen zu diesem Thema sei auf das entsprechende Grundlagenkapitel verwiesen.

Im Kapitel 6 findet die Modellbewertung statt, dort werden die hier definierten Eckpunkte noch einmal aufgeführt und es wird diskutiert, inwieweit das Modell diese Parameter erfüllt hat. Die wichtigsten Anforderungsparameter, welche innerhalb dieses Kapitel erwähnt wurden, fasst Abbildung 15 noch einmal zusammen.

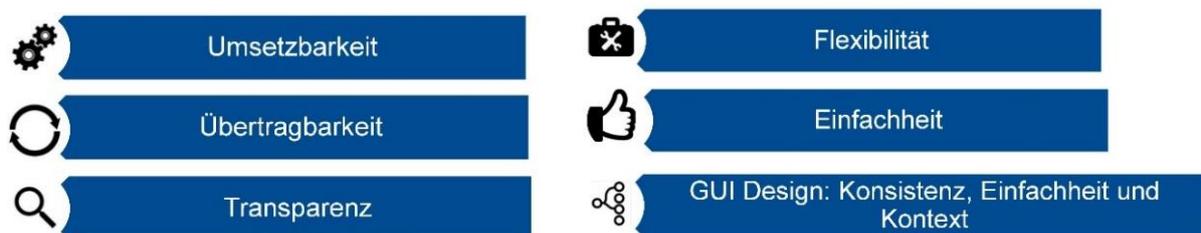


Abbildung 15: Zusammenfassung der Modellanforderungen

4 Entwicklung des allgemeinen Modells

In diesem Kapitel wird der allgemeine Vorgang der Modellentwicklung näher beleuchtet, mit dem Ziel, ein Modell zu erhalten, welches auf das Asset Management System von Einseilumlaufbahnen angewendet werden kann. Zuerst wird die Vorgehensweise erläutert, die bei der Entwicklung des Modells Anwendung findet, danach wird auf den Modellaufbau detaillierter eingegangen.

Im Rahmen dieser Arbeit soll ein Modell für eine grafische Benutzeroberfläche erstellt werden. In der heutigen datenreichen Umgebung, in der die Datenmenge und Zuwachsraten exponentiell ansteigen, ist es wichtiger als je zuvor, eingehende Informationsmengen schnell und richtig interpretieren zu können. Der Mensch ist nicht in der Lage, sinnvolle Muster in überwältigend großen Datenbanken und Tabellen schnell herauszufinden. Visualisierungen, wie z.B. Diagramme, Grafiken, etc. sind dazu viel besser geeignet. Gute Veranschaulichungen von Datenmengen helfen dem Anwender, große Datenmengen effizient verarbeiten zu können und gewähren ihm gleichzeitig einen tieferen Einblick.¹¹¹

Grafische Tools verhelfen auch Nicht-Statistikern, Datenzusammenhänge zu verstehen. Das verhilft ihnen zu schnelleren Einsichten und besseren Entscheidungen. Die Benutzer müssen allerdings stets darauf achten, dass sie die grafische Aufbereitung richtig auffassen und nicht falsch verstehen.¹¹²

4.1 Vorgehensweise

Nach den einleitenden Worten wird auf die Vorgehensweise eingegangen, die im Rahmen dieser Diplomarbeit angewendet wurde, um das Modell zu entwickeln. Abbildung 16 zeigt den Ansatz für die Vorgehensweise.

Zu Beginn der Modellentwicklung müssen die in Kapitel 3 definierten Anforderungen an das Modell konkretisiert und an die Umgebungsbedingungen des Partnerunternehmens angepasst werden. Was wurde bezüglich Asset Management schon umgesetzt? Inwieweit wurde der Asset Management Gedanke verwirklicht? Existiert schon ein Asset Management System? Existieren schon Ansätze für grafische Benutzeroberflächen innerhalb des Asset Management Systems?

¹¹¹ vgl. Howard, 2013, S. 30

¹¹² vgl. ebenda

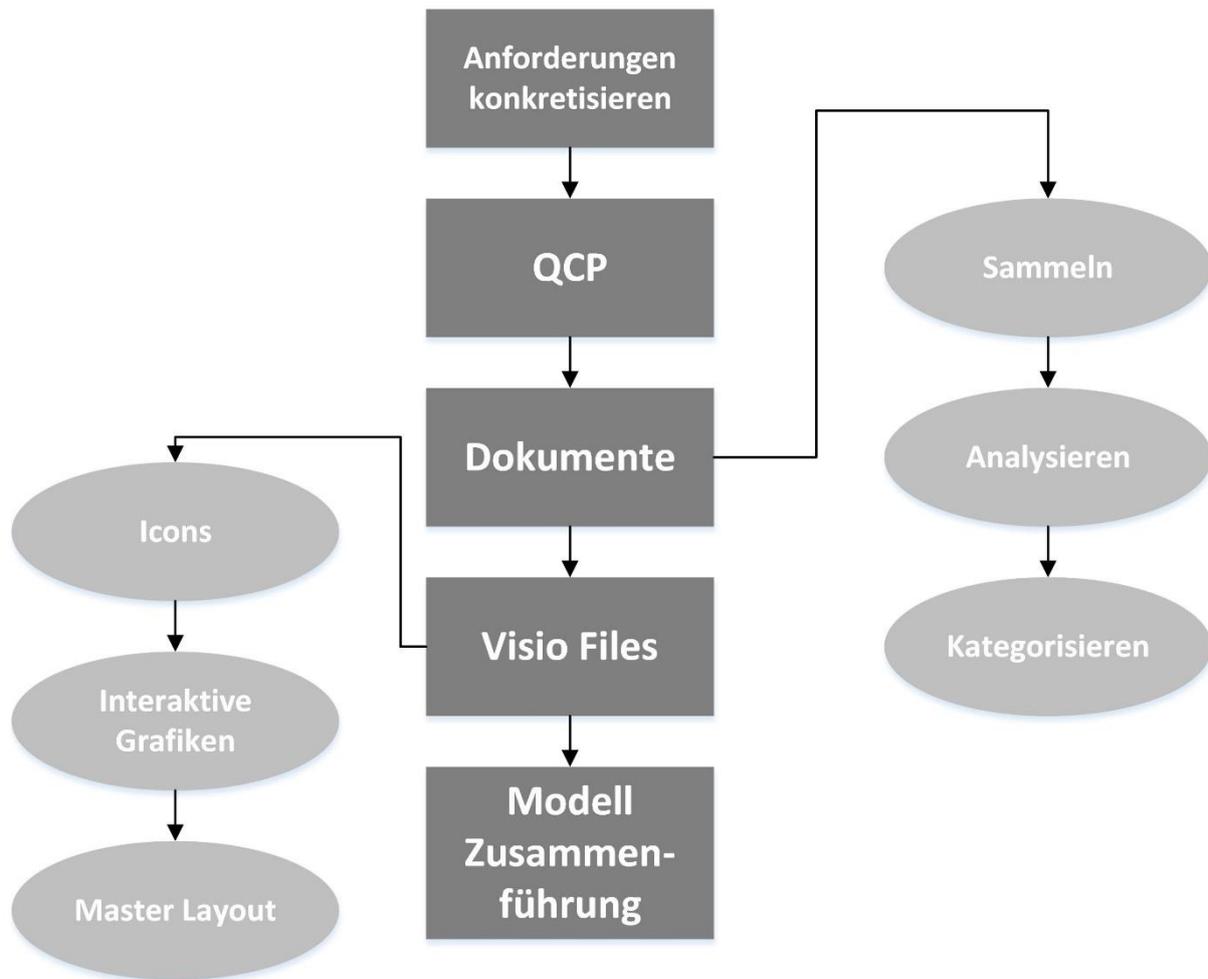


Abbildung 16: Vorgehensweise bei der Modellerstellung

Sobald diese Fragen geklärt wurden, konnte mit der Struktur des Modells angefangen werden, nähere Details dazu folgen in Kapitel 4.2. Das Erste, was näher betrachtet wurde, war das dem Modell zugrunde liegende Management Tool. Das Management Tool stellt das Fundament des Modells dar. Für das Fundament des Modells kommen mehrere Management Tools in Frage. Die Anforderung, welche das Tool erfüllen muss, ist, dass es fähig sein muss, kritische Unternehmensprozesse quantifizierbar machen, und sie ständig verbessern zu können. Ein Kandidat für solch ein Management Tool ist zB. die Balanced Scorecard. Mit ihrer Hilfe können gesetzte Ziele durch Kennzahlen verschiedenster Art messbar gemacht werden und Maßnahmen für ihre Erreichung getroffen werden.¹¹³ Im weiteren Verlauf dieser Diplomarbeit wird der Quality Control Plan, auch QCP genannt, für das Fundament verwendet.

Nachdem der QCP sauber ausgearbeitet wurde, konnte man sich Gedanken über das Dokumentenmanagement machen. Welche Dokumentenarten werden im Rahmen einer Betriebsführung einer Einseilumlaufbahn benötigt? Kann man sie in sinnvolle

¹¹³ vgl. Barthélemy, Knöll, et.al, 2011, S. 58f

Kategorien einteilen? Lassen sie sich mit dem QCP verbinden? Diese Fragen konnten systematisch beantwortet werden, indem möglichst alle Dokumente für eine Betriebsführung zuerst gesammelt, danach analysiert und schließlich kategorisiert wurden. Als Ergebnis dieses Schrittes kam eine übersichtliche Dokumentenstruktur heraus, welche mit dem QCP-Aufbau verbunden ist.

Der nächste logische Schritt zur Entwicklung einer grafischen Benutzeroberfläche war, zu erarbeiten, wie die bisherigen Ergebnisse grafisch aufbereiten werden können. Was soll alles in die Benutzeroberfläche eingebunden werden? Bis in welche Detailstufe macht es Sinn, sich grafische Strukturen zu überlegen? Was muss alles grafisch abgebildet werden? Dieser Schritt brachte als Ergebnis grafische Icons, interaktive Grafiken und ein grafisches Master Layout heraus. Nähere Details zu diesem Thema folgen im nächsten Kapitel.

Am Ende der Modellentwicklung mussten alle Teilaspekte des Modells zusammengeführt werden. Der QCP, die strukturierten Dokumente und die Visio Files wurden miteinander verbunden, mit dem Ziel, eine übersichtliche und gut durchstrukturierte grafische Benutzeroberfläche für ein Asset Management System zu erhalten.

4.2 Aufbau

Nach der Beschreibung des Vorganges der Modellentwicklung wird näher ins Detail gegangen, wie die Struktur des Modells aussieht.

Für einen sinnvollen Aufbau des Modells werden 3 verschiedene Aspekte betrachtet, welche am Ende ihrer Ausarbeitung zusammengeführt werden und gemeinsam ein gut arbeitendes und sinnvoll ausgestaltetes Modell bilden. Bildlich gesehen kann diese Struktur am besten als Säulenmodell dargestellt werden, wie sie in Abbildung 17 zu sehen ist.

Das Modell basiert auf 3 Säulen:

- Quality Control Plan (siehe Kapitel 2.4)
- Dokumentenmanagement (siehe Kapitel 2.7)
- Visio Oberflächenkonzept

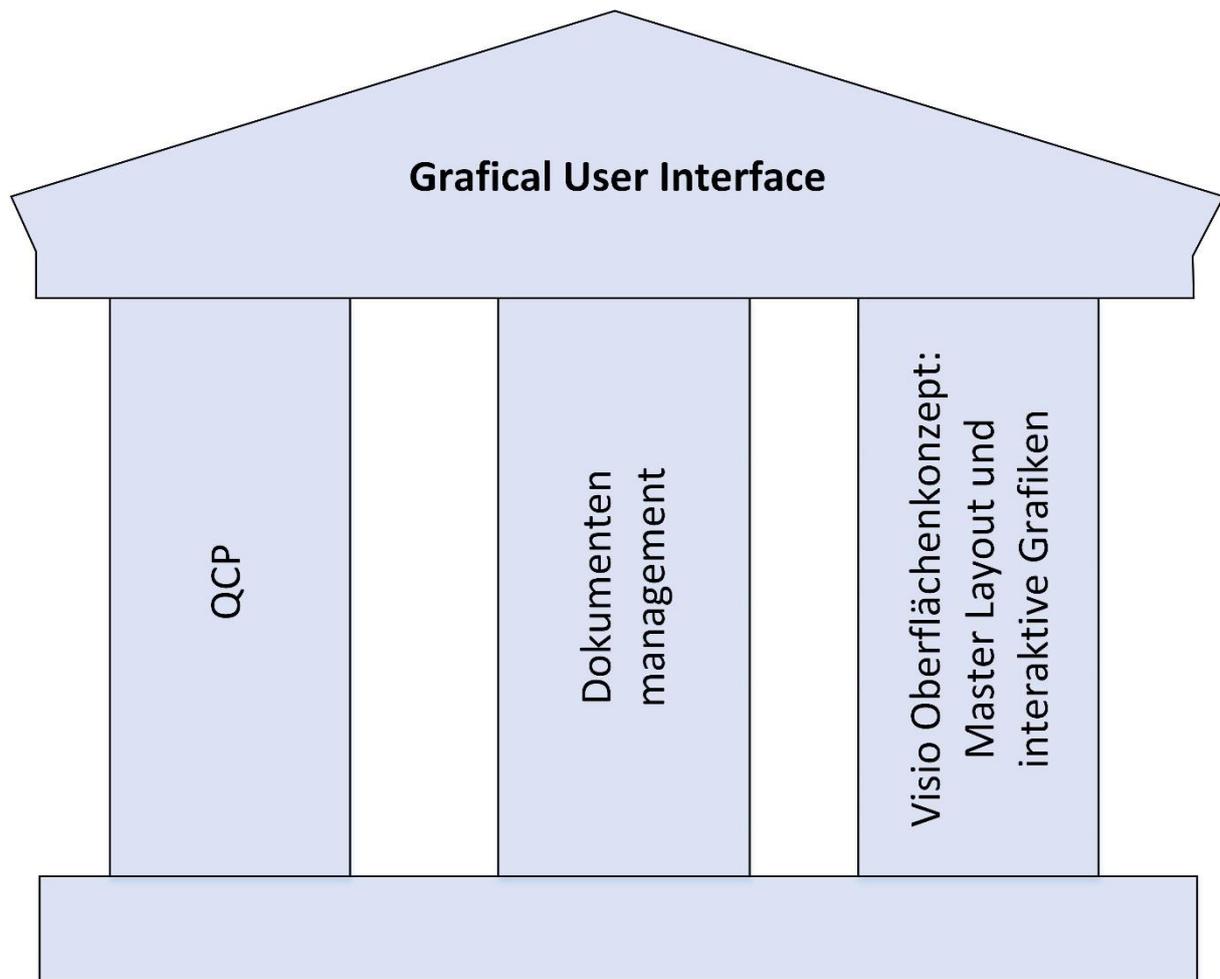


Abbildung 17: GUI Konzept

Übergeordnetes Ziel dieses Modells ist es, alle Dokumente, die für die Betriebsführung einer Einseilumlaufbahn notwendig sind, an einem zentralen Ort übersichtlich und schnell auffindbar zu archivieren. Dadurch wird gewährleistet, dass zu jeder Zeit eine fundierte Dokumentationsgrundlage für verschiedenste Anwendungen verfügbar ist und eine geforderte Nachweispflicht, zB. aufgrund der ISO 9001, gegeben ist. Die 3 „Säulen“ werden an dieser Stelle etwas näher betrachtet:

4.2.1 Säule Nr. 1: Der Quality Control Plan (QCP)

Kernstück des Modells bildet der QCP. Wie schon im Einleitungskapitel beschrieben wurde, ist das Ziel vom QCP, kritische Prozesse in der Betriebsführung zu finden, sie mit Key Performance Indikatoren messbar zu machen, und sie dadurch ständig zu verbessern. Dadurch wird sichergestellt, dass alle Abläufe in der Organisation aufeinander abgestimmt werden und dass eine geforderte Anlagenverfügbarkeit

eingehalten oder sogar übertroffen werden kann. Der Quality Control Plan für das in Kapitel 5 betrachtete Beispielprojekt kann aus Anhang 8 entnommen werden.

4.2.2 Säule Nr. 2: Das Dokumentenmanagement

Der QCP hilft des Weiteren dabei, Dokumente in grobe Kategorien einzuteilen. Dies führt zur zweiten Säule des Modells, dem Dokumentenmanagement. Mithilfe vom Dokumentenmanagement können alle Dokumente, welche im Rahmen einer Betriebsführung benötigt werden, gesammelt, kategorisiert und aufbereitet werden. Diese Säule gewährleistet, dass möglichst alle für den Betrieb notwendigen Dokumente zusammen geführt werden können. Die eingeführten Kategorien müssen möglichst alle Dokumente umfassen, sodass das Modell alle relevanten Aspekte erfassen kann.

Es werden Erfahrungswerte aus der Betriebsführung von bereits in Betrieb befindlichen Einseilumlaufbahnen herangezogen, um einen möglichst vollständigen Überblick über alle notwendigen Dokumente zu erhalten.

Als Ergebnis dieser Untersuchung entsteht ein Dokument, welches alle für eine Betriebsführung wichtigen Dokumente beinhaltet. Einen kurzen Auszug daraus bietet Tabelle 5 im Anhang. Je nach Bahntyp und Rechtslage können diese Unterlagen allerdings abweichen, deshalb findet man unter der Spalte „*Status*“ eine Anmerkung, ob dieses Dokument, dieser Bericht oder dieser Prozess, etc. für die jeweils betrachtete Anlage anwendbar („*applicable*“) oder nicht anwendbar („*not applicable*“) ist. Die Zeile garantiert, dass diese Auflistung nicht nur für die betrachtete Beispielanlage anwendbar ist, sondern dass sie auch schnell auf weitere Projekte umgesetzt werden kann und trägt somit dazu bei, dass das Modell so allgemein wie möglich gehalten werden soll. Die Zeilen „*QCP-Ref.*“ und „*QCP-Section*“ stellen sicher, dass jedes Dokument, jeder Prozess, jeder Vertrag, etc. direkt dem QCP zugeordnet werden kann. Dadurch wird die spätere Kategorisierung enorm erleichtert. Eine kurze Dokumentenbeschreibung „*Description*“ stellt sicher, dass jeder das Gleiche unter dem Dokument versteht und dass für einen Zweck nicht zwei redundante Dokumentenarten erstellt werden.

Als nächster Schritt müssen die Dokumente in sinnvolle Kategorien eingeteilt werden, um eine übersichtliche und gut strukturierte Archivierung aller Dokumente gewährleisten zu können. Nachdem die Forderung besteht, dass die gefundenen Dokumente direkt dem Quality Control Plan zuteilbar sein müssen, ist es naheliegend, die grundlegende QCP Struktur, wie sie noch einmal in Abbildung 18 abgebildet ist, als ersten Anhaltspunkt für die Findung geeigneter Kategorien heranzuziehen.

Die Forderung nach der Zuteilbarkeit der Dokumente mit dem QCP ist wichtig, damit die Zusammenführung der drei Modellsäulen später bei der Umsetzung auf eine Beispielanlage reibungslos verlaufen kann.

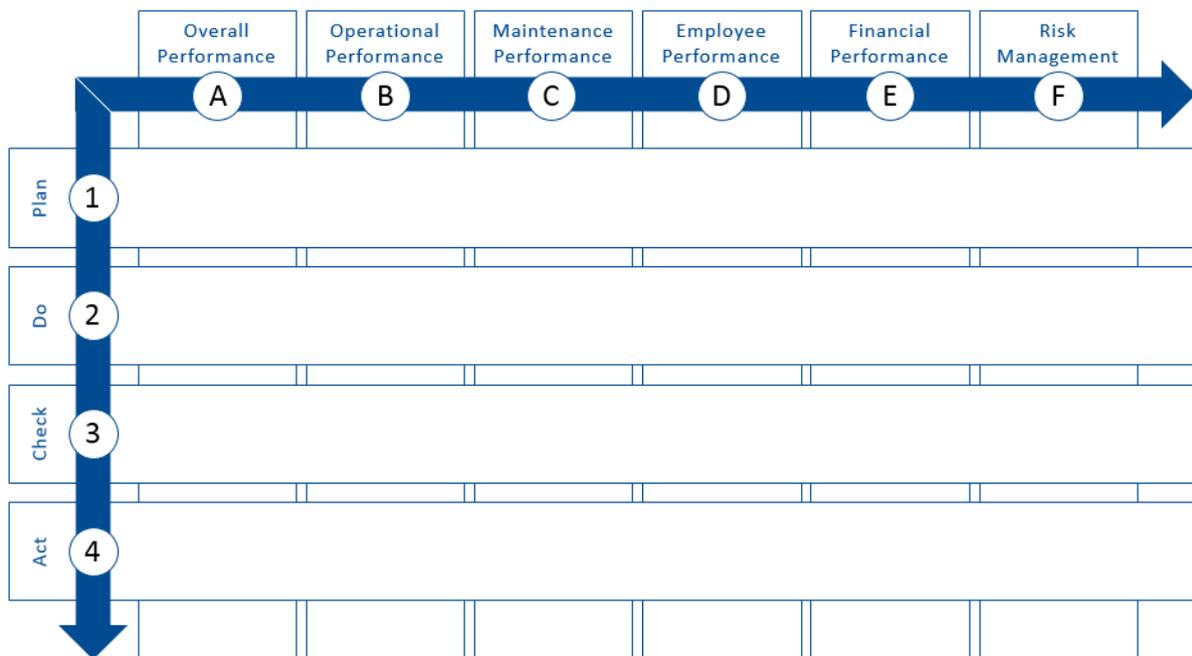


Abbildung 18: QCP-Aufbau

Entsprechend dem QCP werden 6 Dokumenten-Hauptkategorien eingeführt:

- Overall Performance: Alle Dokumente, Prozesse, etc., welche zur Etablierung einer übersichtlichen und effektiven Organisation mit klar abgegrenzter Rollenverteilung beitragen.
- Operational Performance: Alle Dokumente, Prozesse, etc., die zu einer maximalen Anlagenverfügbarkeit und optimalen Prozesshandling, auch in Ausnahmesituationen beitragen. Des Weiteren soll sichergestellt werden, dass alle operativen Tätigkeiten dem Manual entsprechend umgesetzt werden.
- Maintenance Performance: Oberstes Ziel ist die Erstellung und Einhaltung des Wartungsplans und Minimierung direkter Instandhaltungskosten und Anlagenausfallkosten.

- Employee Performance: Alle Dokumente und Prozesse zur erfolgreichen Führung und Verwaltung aller Mitarbeiter sowie der Sicherstellung einer ausreichenden Ausbildung.
- Financial Performance: Verbesserung der operativen Budgetplanung, um bessere und zutreffendere langfristige Finanzpläne aufstellen zu können.
- Risk Performance: Alle Tätigkeiten zur Etablierung eines effektiven Sicherheits- und Gesundheitsprogrammes, um somit Arbeitsunfälle und Krankheitstage zu vermindern und lokalen Standards zu entsprechen.

Laut der QCP Struktur aus Abbildung 18 existieren pro Hauptkategorie noch die Unterpunkte Plan, Do, Check und Act. Es hat sich allerdings im Laufe der Arbeit herausgestellt, dass die Unterteilung in Plan, Do, Check und Act pro Hauptkategorie für die Benutzeroberfläche zu detailliert ist, deshalb wird sie im Modell nicht verwendet. Stattdessen werden die Unterlagen in folgende einfachere Unterkategorien eingeteilt:

- Contract: Alle für eine Betriebsführung benötigten Verträge können in dieser Unterkategorie abgelegt werden, wie zB. Mitarbeiter- und Lieferantenverträge oder rechtliche Vereinbarungen zwischen Bahnbetreiber und Kunde
- Document: Unter diese Unterkategorie fallen alle Arten von Dokumenten, wie zB. Mitarbeiterhandbücher, Verhaltenskodex, Manuals, technische Zeichnungen, etc.
- Procedure: Die Unterkategorie „Procedure“ dient dazu, alle Prozesse dann zur Verfügung zu haben, wenn sie benötigt werden. Unter Prozesse fallen niedergeschriebene Verhaltensweisen bei speziellen Situationen, zB. das Verhalten beim normalen Anlagenbetrieb, in Notsituationen, bei Übungen, bei Problembehebung, bei Registrierung neuer Mitarbeiter, etc.
- Report: Am Ende einer „Procedure“ werden Berichte angefertigt, welche zur Dokumentation dienen. Die Berichte können in dieser Unterkategorie abgelegt werden und dienen neben ihrer Dokumentationsfunktion auch zum Aufzeigen von Verbesserungspotentialen. In ihnen wird festgehalten, ob die „Procedure“ nach Plan gelaufen ist, ob Probleme aufgetreten sind, etc.

Diese Einteilung in Unterkategorien lässt keinen Spielraum für Interpretationen und bietet dadurch eine gute Strukturierung der Daten. Jedes Dokument, jeder Prozess, etc. kann direkt und eindeutig einer Unterkategorie zugeordnet werden.

Aus Einfachheitsgründen werden alle Unterlagen, welche in die Unterkategorien Verträge, Dokumente, Prozesse und Berichte eingeteilt werden, im weiteren Verlauf dieser Arbeit als „*Dokumente*“ bezeichnet, um eine klar abgegrenzte Definition einzuführen und das Verständnis des Lesers zu fördern.

4.2.3 Säule Nr. 3: Das grafische Oberflächenkonzept

Aufbauend auf dem QCP und dem Dokumentenmanagement können anschließend Grafiken erstellt werden, welche den grafischen Charakter des Modells wiedergeben. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde Microsoft Visio herangezogen, um das grafische Konzept zu designen. In Kapitel 5 werden die Visio Files für die betrachtete Beispielbahn umgesetzt.

Als erster Schritt zur Erstellung des grafischen Oberflächenkonzepts wird ein Master Layout eingeführt, um eine kurze Anpassungszeit an weitere Projekte gewährleisten zu können und ein einheitliches Aussehen der Oberfläche für alle Bahnsysteme zu etablieren. Dieses Layout ist für alle Bahnanlagen gleich und muss nur noch mit den Dokumenten und grafischen Daten gefüllt werden. Das Master Layout spielt einen entscheidenden Faktor für die Modellflexibilität, welche in Kapitel 3 gefordert wurde.

Abbildung 19 zeigt das für dieses Projekt entwickelte Master Layout. Es verfügt über 6 Menüpunkte, welche sich mit dem QCP decken. Sub-Menüpunkte können in beliebiger Anzahl hinzugefügt werden. Die untersten Menüeinträge werden in einer Baumstruktur angeordnet, in der die untersten Verzweigungen je nach Bedarf reduziert werden können. Dadurch können Dokumente, welche während der Bedienung nicht benötigt werden, ausgeblendet werden.

Über eine interaktive Grafik links oben in der Oberfläche können einzelne Teile, Baugruppen, Personen, etc. ausgewählt werden. Dadurch wird gewährleistet, dass auch teile- und personenspezifischen Dokumente auf kleinster Ebene schnell und übersichtlich erreicht werden können. Nähere Details zu diesem Thema folgen im späteren Verlauf dieses Kapitels.

Rechts neben der Grafik befindet sich ein Anzeigefeld, über das die ausgewählten Dokumente angezeigt, gelöscht, bearbeitet und exportiert werden können. Außerdem können noch Details über die Datei abgerufen werden, wie zB. Erstellungsdatum, Dateigröße, Dateiformat, etc.

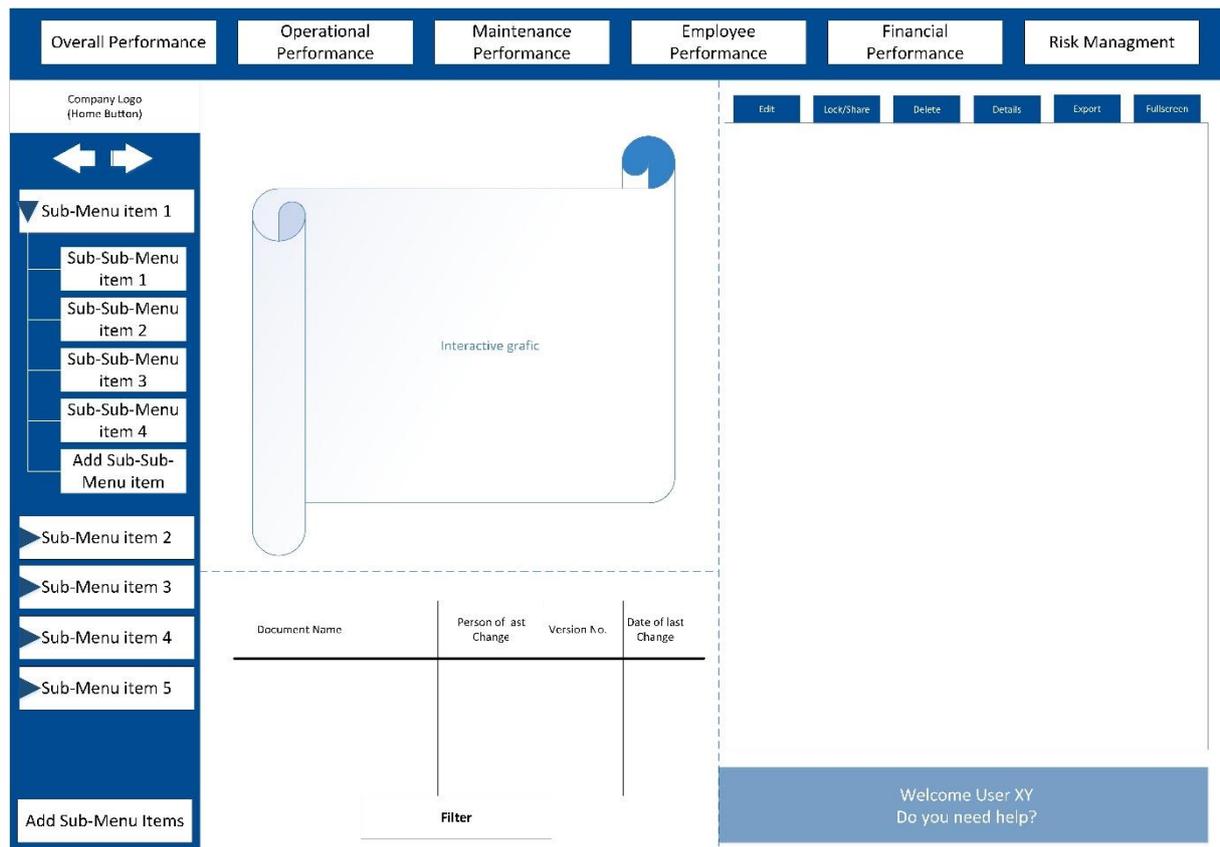


Abbildung 19: Master Layout der Grafischen Benutzeroberfläche

Unter der interaktiven Grafik befindet sich eine Auflistung aller gefundenen Dokumente, welche durch Auswahl rechts neben der Grafik einzeln betrachtet, bearbeitet und exportiert werden können. Eine Filterfunktion unter der Auflistung stellt zusätzliche Übersichtlichkeit sicher, auch bei großen Datenmengen.

Rechts unten ist eine Hilfe-Funktion integriert, welche – wenn benötigt – Kontextinformationen und Hilfestellung liefert, und den Benutzer während der Bedienung durch die Oberfläche begleitet. Im Weiteren wird diese Funktion als „Assistenzfunktion“ bezeichnet, denn sie sollte – wie der Name schon sagt – dem Benutzer jederzeit wie ein persönlicher Assistent zur Seite stehen und ihn mit den nötigen Informationen versorgen.

Die weißen Pfeile oberhalb der Sub-Menüpunkte ermöglichen eine übersichtliche und rasche Navigation. Mit ihnen können Schritte wieder rückgängig gemacht werden. Im Nachfolgenden werden sie als Navigationspfeile bezeichnet.

Über den Pfeilen befindet sich ein Feld für einen Home-Button. Dieser ermöglicht, dass sich die Oberfläche mit einem einzelnen Klick wieder auf seinen Startzustand überführen lässt. Als Icon für den Home-Button könnte sich zB. ein Unternehmenslogo gut eignen. Somit kann auf eine einfache Weise das Unternehmenslogo zur

Kennzeichnung der Oberfläche integriert werden, ohne dass das Logo unnötigen Platz verschwendet.

Im Rahmen einer Betriebsführung einer Einseilumlaufbahn existieren einige Dokumente, welche sich auf ein spezifisches Bauteil, eine Baugruppe, eine Person, oder ein anderes Objekt beziehen. Beispiele hierfür sind zB. technische Zeichnungen, Manuals oder Mitarbeiterverträge. Werden Dokumente benötigt, welche sich auf so ein spezifisches Objekt beziehen, müssen normalerweise große Datenbanken durchforstet werden. Im Rahmen dieser Diplomarbeit soll dieser Schritt allerdings umgangen werden, um ein effektives Arbeiten mit der grafischen Benutzeroberfläche gewährleisten zu können. Dies kann dadurch verwirklicht werden, indem die schon erwähnten interaktive Grafiken eingeführt werden, bei denen einzelne Bauteile, Personen, etc. ausgewählt werden können und dann nur Dokumente angezeigt werden, welche für das ausgewählte Objekt relevant sind. Dadurch wird gewährleistet, dass alle angeforderten Dokumente schnell und mit nur wenigen Klicks gefunden werden können, und dass eine übersichtliche grafische Strukturierung der vorhandenen Dokumente gegeben ist. Ein mühsames und frustrierendes Durchsuchen unnötig großer Datenbanken wird dadurch vermieden.

Eine große Herausforderung, welche solche Darstellungen allerdings mit sich bringt, ist, dass für jedes Bahnsystem neue interaktive Grafiken angefertigt werden müssen. Da dies ein sehr zeitintensiver Vorgang darstellt, widerspricht es der Forderung, dass das Modell schnell auf andere Anlagen übertragbar sein soll.

Die Herausforderung kann allerdings bewältigt werden, indem eine Bibliothek an Icons angefertigt wird, welche per Drag & Drop verwendet werden kann. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde das Programm Microsoft Visio verwendet, um das Design der Icons zu entwickeln. Diese Bibliothek enthält den Großteil der Standardbauteile, welche in einer Einseilumlaufbahn verwendet werden und ebenfalls Icons für weitere interaktive Grafiken, wie zB. Organigramme. Die Bibliothek an Icons kann jederzeit aktualisiert und um neue Symbole ergänzt werden, um die interaktiven Grafiken ständig auf dem neuesten Stand halten zu können.

Die Verwendung der Icon-Bibliothek bietet zwei Vorteile:

- Der Zeitaufwand bei der Erstellung einer neuen Grafik wird enorm verkürzt
- Alle Abbildungen erhalten ein einheitliches Aussehen, auch wenn sie auf andere Bahnsysteme umgesetzt werden

Einen Auszug aus dieser Icon-Bibliothek bietet Abbildung 20.

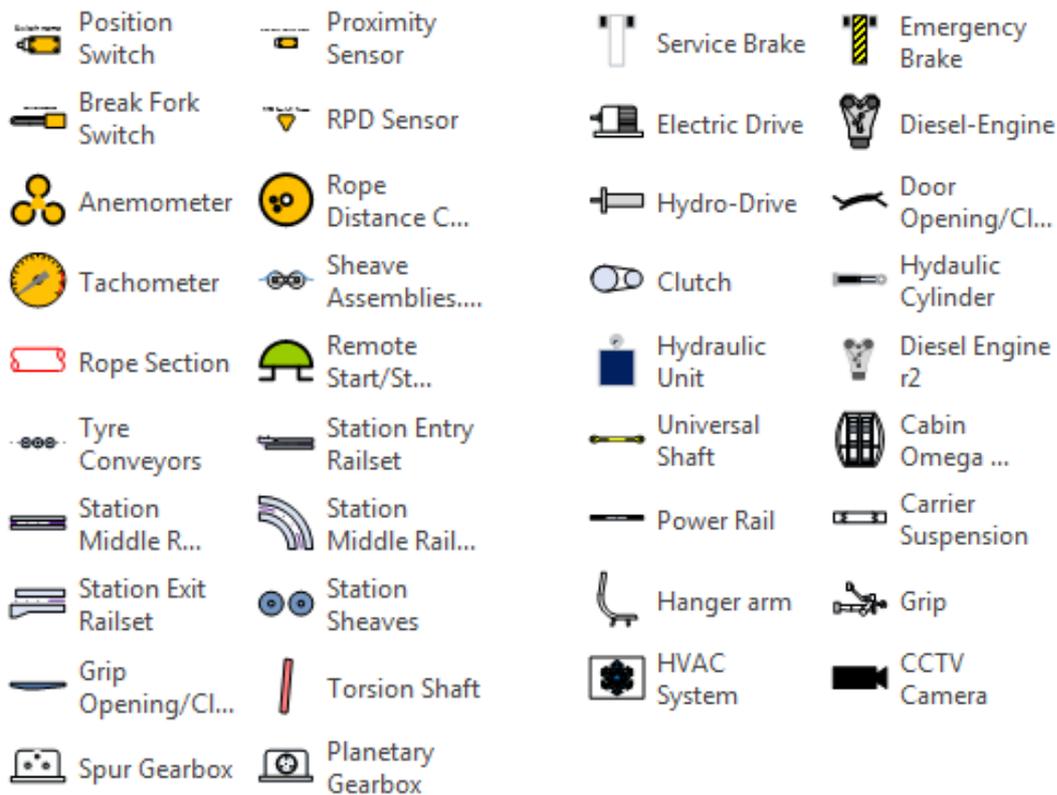


Abbildung 20: Auszug aus der angefertigten MS Visio Icon Bibliothek für Standard EUB-Bauteile

Wie schon erwähnt wurde, können die interaktiven Grafiken in einem Editor per Drag & Drop mithilfe der Icon-Bibliothek erstellt und anschließend in die Benutzeroberfläche implementiert werden. Einmal in die Oberfläche eingebunden, können die Grafiken per Maus- und Tastaturbefehle verschoben, vergrößert und verkleinert werden, sodass stets jener Bereich angezeigt wird, welcher vom Benutzer gewünscht wird. Per Mausklick können einzelne Objekte ausgewählt werden, danach werden nur noch Dokumente im Suchergebnis angezeigt, welche sich auf das ausgewählte Objekt beziehen.

Das Bedienkonzept der grafischen Benutzeroberfläche wird bei der Modellumsetzung auf eine Beispiel-Einseilumlaufbahn in nächsten Kapitel näher erläutert.

5 Praktische Umsetzung des Modells am Beispiel einer Einseilumlaufbahn

Das in Kapitel 4 entwickelte Modell soll nun anhand einer Einseilumlaufbahn mit dem Projektnamen „Wynn-SkyCab“ in Macau umgesetzt und validiert werden. In diesem Kapitel wird zuerst der Hersteller und Betreiber der Bahn – das Unternehmen Doppelmayr Cable Car – näher vorgestellt, später wird ein detaillierter Einblick in das „Wynn-SkyCab“ Projekt gewährt. Anschließend wird die rechtliche Situation, welche berücksichtigt werden muss, und der derzeitige Ist-Stand zum Thema Asset Management bei Doppelmayr Cable Car, kurz DCC, untersucht. Aufbauend darauf wird das in Kapitel 4 entwickelte Modell in das Asset Management System des betrachteten Beispielsystems integriert. Am Ende des Kapitels wird noch auf das Bedienkonzept der grafischen Benutzeroberfläche eingegangen und Key Performance Indikatoren werden vorgestellt, welche zur Messung der Unternehmensprozesse herangezogen werden können.

5.1 Beschreibung des Umsetzungspartners

Die Firma Doppelmayr wurde im Jahr 1892 in Wolfurt gegründet. Der Wolfurter Hauptsitz hat sich bis zur heutigen Zeit nicht geändert. Seit der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts ist das Unternehmen im Seilbahngeschäft tätig. Der erste Doppelmayr-Skilift wurde im Jahre 1937 in Zürs am Arlberg erbaut. Dies war für die Region der Anfang eines populären Wintertourismusgeschäftes und für Doppelmayr der Grundstein für eine aufstrebende und hoch innovative Unternehmensentwicklung. Seither liefert Doppelmayr ständig neue und bahnbrechende Innovationen in allen Unternehmensfeldern, wie zB. die erste Pendelbahn in Squaw Valley, 1967, die erste kuppelbare Einseilumlaufbahn im Jahre 1972 in Mellau oder die erste Autoseilbahn im VW Werk in Bratislava, 2002, um nur ein paar Wenige zu nennen.¹¹⁴

Die Doppelmayr/Garaventa Gruppe ist heute Qualitäts-, Technologie- und Marktführer im Seilbahnbau und betreibt Produktionsstandorte sowie Vertriebs- und Serviceniederlassungen in mehr als 35 Ländern der Erde. Bis zum heutigen Tag hat das Unternehmen mehr als 14.600 Seilbahnsysteme in 89 Staaten gebaut. Mit Flexibilität, Know-How und Pioniergeist setzt die Gruppe immer wieder neue Maßstäbe, sowohl in Sommer- und Wintertourismusgebieten, als auch im urbanen Personennahverkehr, im Materialtransportbereich und im Seilbahnbereich für präventive Lawinenauslösungen¹¹⁵.

¹¹⁴ vgl. Doppelmayr C, 2015

¹¹⁵ vgl. Doppelmayr D, 2015



Abbildung 21: Gebäude der Doppelmayr/Garaventa Gruppe

Doppelmayr Cable Car GmbH & Co KG ist eine 100 %ige Tochterfirma der Doppelmayr/Garaventa Gruppe. Das Unternehmen deckt drei grundsätzliche Geschäftsfelder ab:¹¹⁶

- Planung und Herstellung von APMs: unter APMs versteht man Automated People Mover, das sind seilgetriebene Schienenfahrzeuge, welche zentral angetrieben werden und sich durch ihre Robustheit und Wartungsfreundlichkeit optimal für den urbanen Personennahverkehr eignen. Sie haben eine Reichweite von bis zu 9 km und finden ihre Anwendung vor allem bei Flughäfen, Stadtzentren, Vergnügungsparks und Hotelanlagen.
- Operations Services: auf Wunsch übernimmt Doppelmayr Cable Car den Betrieb von APMs oder urbanen Luftseilbahnsystemen. DCC besitzt das Know-how für den kompletten Betrieb dieser Systeme und kann damit dem Kunden ein „Full-Service“ anbieten. Dieses Paket erstreckt sich von der Organisationsberatung über die Gründung einer Betriebsstätte bis hin zum Gesamtbetrieb der Anlage.
- Business Development: Als öffentliche innerstädtische Verkehrsmittel und touristische Bahnen sind Seilbahnsysteme äußerst beliebt. Aus diesem Grund betreibt das Urban Solution Team von Doppelmayr Cable Car aktives Business Development, um über individuelle Möglichkeiten und Chancen zu informieren,

¹¹⁶ vgl. Doppelmayr A, 2015, S. 20f

die urbane Seilbahnsysteme eröffnen. Das Team unterstützt die gesamte Doppelmayr Gruppe weltweit bei der Vermarktung solcher Systeme.



Abbildung 22: Hauptsitz von Doppelmayr Cable Car

Das Tochterunternehmen wurde 1996 in Wolfurt gegründet und brachte von Anfang an die jahrzehntelange Erfahrung aus dem Seilbahnbau in den urbanen Personentransport ein. 3 Jahre nach der Gründung, 1999, wurde das erste urbane Personentransportmittel in Las Vegas fertig gestellt.¹¹⁷ Viele weitere erfolgreiche DCC-Aufträge folgten. Derzeit sind 145 Mitarbeiter bei Doppelmayr Cable Car beschäftigt. Sie sind entweder in der Zentrale in Wolfurt angestellt oder in einer Niederlassungen in Großbritannien, Kanada, Katar, Mexiko, USA oder Macau.¹¹⁸



Abbildung 23: Firmenlogo von Doppelmayr Cable Car

¹¹⁷ vgl. Doppelmayr E, 2015

¹¹⁸ vgl. Doppelmayr A, 2015, S. 20f

5.2 Projektbeschreibung

Das in dieser Arbeit vorgestellte Modell wird am Beispiel der „Wynn-SkyCab“ Einseilumlaufbahn in Macau umgesetzt. „Wynn-SkyCab“ ist der Name für ein Projekt, welches ab 2016 Hotelgäste im neuen Wynn Palace Resort in Macau befördern soll. Das Wynn Palace ist das neueste Hotel- und Casinoprojekt vom Unternehmer Steve Wynn. Er hat schon einige Casinos in Las Vegas, wie zB. das Mirage, zum Erfolg geführt. 2006 errichtete er sein erstes Casino in der chinesischen Glücksspielmetropole Macau¹¹⁹. Das Wynn Palace ist das zweite chinesische Projekt von Steve Wynn. Er bezeichnet es als „*the single most important project in the history of Wynn Resorts*“.¹²⁰ Die neue Anlage befindet sich in der Cotai Area in Macau und erstreckt sich über 21 Hektar. 28 Stockwerke bieten Platz für 1700 Hotelzimmer. Die Hotelgäste und Touristen können sich an 500 Spieltischen im hoteleigenen Casino vergnügen. Cotai ist ein neuer, aufstrebender Bezirk in Macau. Er wurde durch Aufschüttung vom Hafengebiet neu gewonnen und liegt im Herzen der Stadt.



Abbildung 24: Konzeptzeichnung des neuen Wynn Palace

Abbildung 25 zeigt das Anlagenschema, sowie die Seilführung der Bahn. Die Seilführungseinrichtungen sind blau gekennzeichnet, das umlaufende Seil wird durch die gelbe Linie dargestellt. Das „Wynn-SkyCab“ führt die Gäste im Kreis um einen zentralen „Performance Lake“ herum, welcher eine atemberaubende Wassershow

¹¹⁹ vgl. Biography.com, 2015

¹²⁰ BBC Homepage, 2015

bietet. Auf der Strecke befinden sich 13 Stützen, welche für die Seilführung zuständig sind, für grobe Änderungen der Seilrichtungen sind 4 Umlenkürme („Deflection Tower“) zuständig. Zwei Umlenkürme haben die Form von Drachen, welche die Seilumlenkscheibe auf ihrem Kopf tragen. Diese „Dragon Towers“ bilden das Highlight der Seilbahn und sollen als Attraktion Touristen anlocken. Von den Kabinen aus haben die Gäste einen perfekten Ausblick über die Anlage und die Skyline von Macau. 2 Stationen verbinden das südliche Hoteldach mit der nächstgelegenen Busstation. Klimatisierte Kabinen und ein eingebautes Infotainment System sorgen dafür, dass die Seilbahnfahrt zu einem unvergesslichen Erlebnis wird.

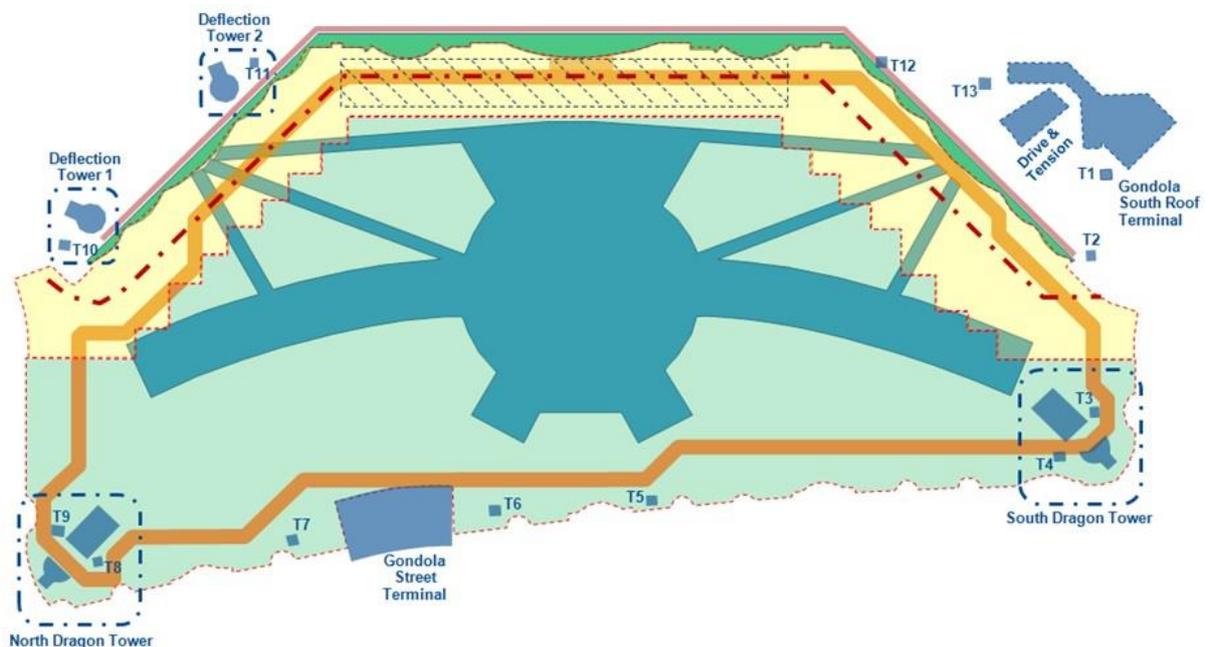


Abbildung 25: Anlagenschema Wynn-SkyCab

Technische Daten:

Tabelle 1: Technische Daten der "Wynn-SkyCab" Bahn

Seillänge	685,05 m
Anzahl Stützen	13
Max. Höhe	18,20 m
Max. Geschwindigkeit	1,7 m/s
Fahrtzeit	9,34 min
Anzahl Kabinen	34 (2 Ersatzkabinen)
Kapazität pro Kabine	6 Personen
Jährliche Betriebsstunden	6300
Jährliche Betriebstage	355
Anlagenkapazität	1200 Passagiere/Stunde

5.3 Rechtliche Aspekte und Kostenbetrachtungen

Neben wirtschaftlichen Aspekten gibt es bei diesem Projekt auch eine rechtliche Vereinbarung zwischen Hersteller und Kunde. Hier wird kurz darauf eingegangen.

Doppelmayr Cable Car (DCC) hat mit der Wynn Palace-Leitung vertraglich vereinbart, dass DCC für die nächsten 5 Jahre für Wartung und Betrieb der Anlage verantwortlich ist. Nach Ablauf dieser Frist besteht die Option auf weitere 5 Jahre.

Der Vertrag richtet sich komplett nach der Verfügbarkeit, da es dem Kunden einzig und alleine wichtig ist, dass die Bahn einwandfrei und ohne große ungeplante Stillstände läuft. Die Verfügbarkeit ist definiert als die Wahrscheinlichkeit eines Objektes, dass es zu einem gegebenen Zeitpunkt in der Lage ist, eine gewünschte Funktion auszuführen. Mathematisch gesehen ist die Verfügbarkeit eine Funktion der durchschnittlichen fehlerfreien Zeit (Mean Time To Failure, MTTF) und der durchschnittlichen Reparaturzeit (Mean Time To Repair, MTTR):¹²¹

$$\text{Verfügbarkeit} = \frac{\text{Mean Time To Failure}}{(\text{Mean Time To Failure} + \text{Mean Time To Repair})}$$

Formel 1: Definition von Verfügbarkeit¹²²

Abbildung 26 verdeutlicht den Einfluss der Verfügbarkeit (auf Englisch „*Availability*“) auf die Anlageneffektivität („*System Effectiveness*“) eines komplexen Systems. Die Anlageneffektivität beschreibt die Fähigkeit, eine vorgegebene Leistung unter bestmöglicher Ausnutzung der Kosten erbringen zu können.¹²³ Neben der Verfügbarkeit und den Life Cycle Kosten wird die Anlageneffektivität auch noch durch die Faktoren Sicherheit („*Safety*“) und Fähigkeit („*Capability*“) beeinflusst.

Im DCC-Quality Control Plan sollen alle Faktoren zusammengefasst werden, welche Einfluss auf die Anlageneffektivität haben. Dadurch wird dem Management ein Instrumentarium an „Stellschrauben“ zur Verfügung gestellt, mit dem alle Einflussfaktoren von Abbildung 26 gelenkt und bei zu großen Soll/Ist-Abweichungen rechtzeitig Steuerungsmaßnahmen eingeleitet werden können.

¹²¹ vgl. Birolini, 2007, S. 352

¹²² vgl. ebenda

¹²³ vgl. ebenda, S. 11

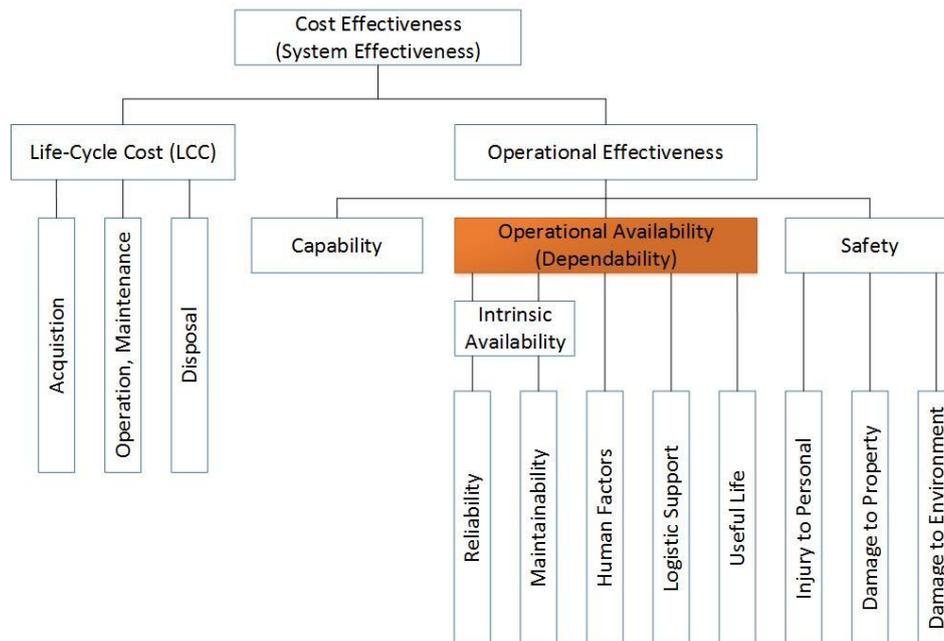


Abbildung 26: Cost Effectiveness-Faktoren eines komplexen Systems¹²⁴

Der QCP bietet dadurch die Möglichkeit, mithilfe der Key Performance Indikatoren die Einflussfaktoren messbar zu machen, und die Anlageneffektivität ständig überwachen, und verbessern zu können.

Die Service Availability ist vertraglich über so genannte Availability Payment Faktoren definiert. Tabelle 2 zeigt die Aufschlüsselung der Availability Payment Faktoren für eine vergleichbare Seilbahnanlage.

Tabelle 2: Zahlungsfaktoren für eine vergleichbare Seilbahn

SERVICE AVAILABILITY (A)	AVAILABILITY PAYMENT FACTOR (F_{A_s})
99.5-100.00	1.000
98.9-99.49	0.991
98.8-98.89	0.981
98.7-98.79	0.971
98.6-98.69	0.961
98.5-98.59	0.949
98.4-98.49	0.937
98.3-98.39	0.918
98.2-98.29	0.892
98.1-98.19	0.870
98.0-98.09	0.850
97.9-97.99	0.832
97.8-97.89	0.816
97.7-97.79	0.802
97.6-97.69	0.786
97.5-97.59	0.773
97.4-97.49	0.761
95.0-97.39	0.750
90.0-94.99	0.500
Below 90.00	0.000

¹²⁴ Birolini, 2007, S. 13, eigene Abbildung

Die Tabelle kann folgendermaßen interpretiert werden: Eine Seilbahn, die das ganze Jahr über in Betrieb ist, läuft jährlich ungefähr 6500 Arbeitsstunden (abhängig davon, wie lange die Anlage pro Tag arbeitet). Wenn ein Grenzwert der Availability von 99,5 % gegeben ist, bei dem der Betreiber gerade noch 100 % der Vertragssumme erhält, ergibt sich die maximale monatliche Zeit an ungeplanten Stillständen zu:

$$\frac{6500 \text{ h} * (100\% - 99,5\%)}{12} = 2,71 \text{ h.}$$

Formel 2: Berechnung der maximal zulässigen Stillstandszeit pro Monat

Wenn der Grenzwert von 2,71 Ausfallstunden gerade überschritten wird, wird der vertraglich vereinbarte Betrag mit den Faktor 0,991 multipliziert. Analog dazu können auch die Payment Faktoren bei gegebener Stillstandzeit berechnet werden. Aus Tabelle 2 ergibt sich folgender Kurvenverlauf für die Payment Faktoren:



Abbildung 27: Verlauf der Availability Payment Faktoren

Die Payment Faktoren verhalten sich annähernd linear, mit einem Knick bei einer Verfügbarkeit von 98,4 % und bei 95 %. Fällt die Verfügbarkeit auf einen Wert von 89 % oder kleiner, erfolgt keine Auszahlung mehr an den Betreiber.

5.4 Stand der Dinge bezüglich Asset Management

In Kapitel 2.1 wurden die Grundlagen zum Thema Asset Management Systeme erklärt. In diesem Abschnitt wird darauf eingegangen, inwieweit die Asset Management-Philosophie bei Doppelmayr Cable Car schon verwirklicht wurde und wo das Modell später Anschluss im Unternehmen finden wird.

Bei DCC stellt der neueste Stand der Technik bezüglich Asset Management ein Software Tool namens DMS dar. DMS steht für *Doppelmayr Management Suite* und ist ein Steuerungs- und Überwachungswerkzeug, welches eigens für das Unternehmen entwickelt worden ist. Seine erste Anwendung fand bei einer Einseilumlaufbahn in Großbritannien statt. Dort ist die Software seit 2012 in Verwendung. Für ihren zweiten Einsatz bei der „Wynn-SkyCab“ Bahn in Macau wird sie gerade vorbereitet.

DMS unterstützt das örtliche Personal derzeit hauptsächlich beim technischen Betrieb und bei der Wartung der Anlage.

Startet man das Programm, hat man 5 Menüfelder zur Verfügung:

- Cockpit
- Operations
- Inventory
- Maintenance
- Reports

Das „*Cockpit*“ gibt eine grobe Übersicht über die gesamte Anlagenperformance. Man kann sich aus mehreren Auswahloptionen die wichtigsten Daten modular zusammenstellen und so einen Überblick über die letzten Ereignisse bekommen. Auf diese Weise erhält der Bediener einen schnellen Gesamteindruck über Bahnstillstände, Anlagenverfügbarkeit, Passagieranzahl, Key Performance Indikatoren und bevorstehende Instandhaltungsaktivitäten.

Beim Menüpunkt „*Operations*“ werden täglich alle für den Betrieb wichtigen Daten aufgelistet, wie zB. Wetter, Temperatur, Windgeschwindigkeit, Passagieranzahl, Fahrtgeschwindigkeiten, Betriebsstunden und Betriebspersonal. Die Tagesdaten können auch als PDF-Files heruntergeladen werden, falls sie irgendwo anders benötigt werden. Weiters kann hier auch eine Liste aller ungeplanten Stillstände mit ihren jeweiligen Ursachen abgerufen werden.

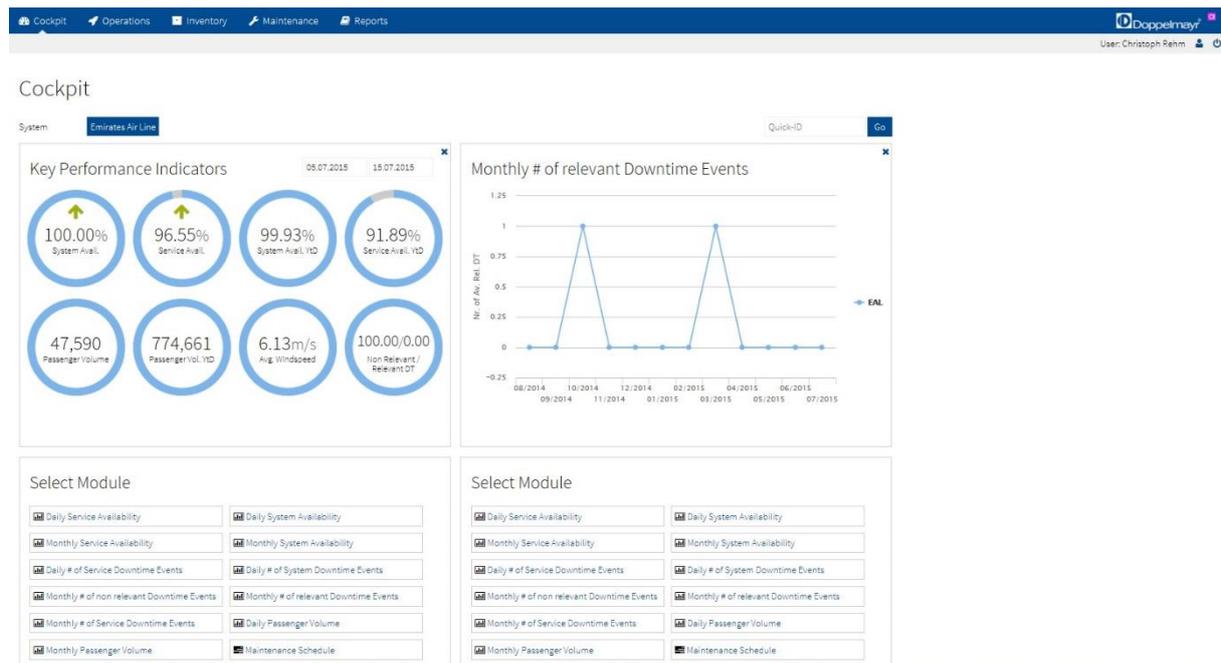


Abbildung 28: DMS Cockpit

Unter dem Reiter „Inventory“ befindet sich das Artikelmanagementsystem. Im Unterpunkt „Articles“ ist ersichtlich, wie viele Ersatzteile an welcher Stelle auf Lager sind, wer der Teilelieferant ist, und ab wie viel Stück eine neue Bestellung erfolgen soll. Bei den Unterpunkten „Order Management“ und „Delivery Management“ können neue Bestellungen angelegt und verwaltet werden.

Die Wartungsaktivitäten können mithilfe des Menüpunktes „Maintenance“ geplant werden. Im Unterverzeichnis „Maintenance Schedule“ befindet sich ein Kalender, welcher alle Wartungsaktivitäten beinhaltet. Sind Aktivitäten überfällig, werden sie rot markiert. Im zweiten Unterverzeichnis, „Maintenance Tasks“, werden alle Tätigkeiten in Listenform aufgezeigt.

Ein umfassendes Berichtswesen wird durch den letzten Menüpunkt, „Reports“, sichergestellt. Hier können Berichte über alle bereits vorgestellten Menüpunkte erstellt und exportiert werden. Sie können als Dokumentationsgrundlage für weitere Aktivitäten verwendet werden.

Die grafische Benutzeroberfläche, welche im Rahmen dieser Arbeit beschrieben wird, soll später in die DMS-Software implementiert werden. Dabei sollen nicht nur die bereits vorhandenen Daten grafisch aufbereitet werden, die Software soll gleichzeitig um die Anwendungsgebiete Organisation, Mitarbeiterverwaltung, Risikomanagement und Finanzperformance – entsprechend dem QCP – erweitert werden. Genauere Details zu diesem Thema werden im folgenden Abschnitt behandelt.

5.5 Modellintegration

Aufbauend auf dem Stand der Dinge zum Thema Asset Management System bei Doppelmayr Cable Car, wird nun vorgestellt, wie das in Kapitel 4 entwickelte allgemeine Modell auf das Asset Management System einer konkreten Beispielanlage umgesetzt werden kann, und die bestehende Software zur Planung, Koordinierung und Überwachung aller anlagenspezifischer Tätigkeiten umfassend unterstützen kann. Wie schon erwähnt, wird die Wynn-SkyCab Bahn im Rahmen dieser Diplomarbeit als Beispielanlage verwendet.

Als erster Schritt der Integration wurden die standardisierten Visio Icons herangezogen, um interaktive Grafiken für die Anlage zu erstellen. Es stellte sich als zielführend heraus, eine grafische Anlagenstruktur und ein Organigramm zu erstellen (siehe Anhang 8.3). Des Weiteren verfügt die Oberfläche über einen interaktiven Kalender und ein Tool für das Artikelmanagement. Diese Tools wurden nicht extra für das Projekt entwickelt, sondern von der bestehenden Software zur Unterstützung des Asset Management Systems übernommen (siehe vorheriges Kapitel). Deshalb wird hier auch nicht weiter auf diese zwei Module eingegangen. Weitere Grafik-Module können nach Bedarf hinzugefügt werden.

Als nächster Schritt zur Integration des Modelles innerhalb des DCC Asset Management Systems muss definiert werden, welches Dokument zu welcher Grafik zugeordnet wird. Zuerst wurde der Versuch angestellt, eine Grafik pro Hauptmenüpunkt zu erstellen (zB. eine Grafik für alle Overall Performance Dokumente, eine Grafik für alle Operational Performance Dokumente, etc.). Allerdings stellte sich bald heraus, dass dieser Ansatz zu keinem verwendbaren Resultat führte, da die Dokumente für so eine grobe Einteilung zu inhomogen sind. Stattdessen muss jedes Dokument individuell einem Grafik-Modul zugeteilt werden. Dies kann zB. mit dem Prozess aus Abbildung 29 verwirklicht werden. Dieser Prozess wird immer dann durchlaufen, wenn eine neue, noch nicht vorhandene Dokumentenart in die Oberfläche implementiert werden soll.

Durch diesen Prozess wird jedem Dokument genau eine oder keine interaktive Grafik zugeordnet. Als Resultat kann sich das interaktive Grafikfeld bei jedem Dokumentenabruf dynamisch ändern. Werden weitere interaktive Grafiken der Oberfläche hinzugefügt, muss der abgebildete Prozess selbstverständlich dementsprechend angepasst werden.

Natürlich existieren im Modell auch Dokumente, bei denen es nicht sinnvoll ist, sie einer interaktiven Grafik zuzuordnen. Ein Beispiel hierfür wäre zB. der Verhaltenskodex oder Berichte über die generelle Anlagenperformance wie Passagierzahlen, Anlagenverfügbarkeit, etc. Werden diese Dokumente aufgerufen,

verschwindet das Feld für die interaktive Grafik, und das Auflistungsfeld wird dementsprechend vergrößert.

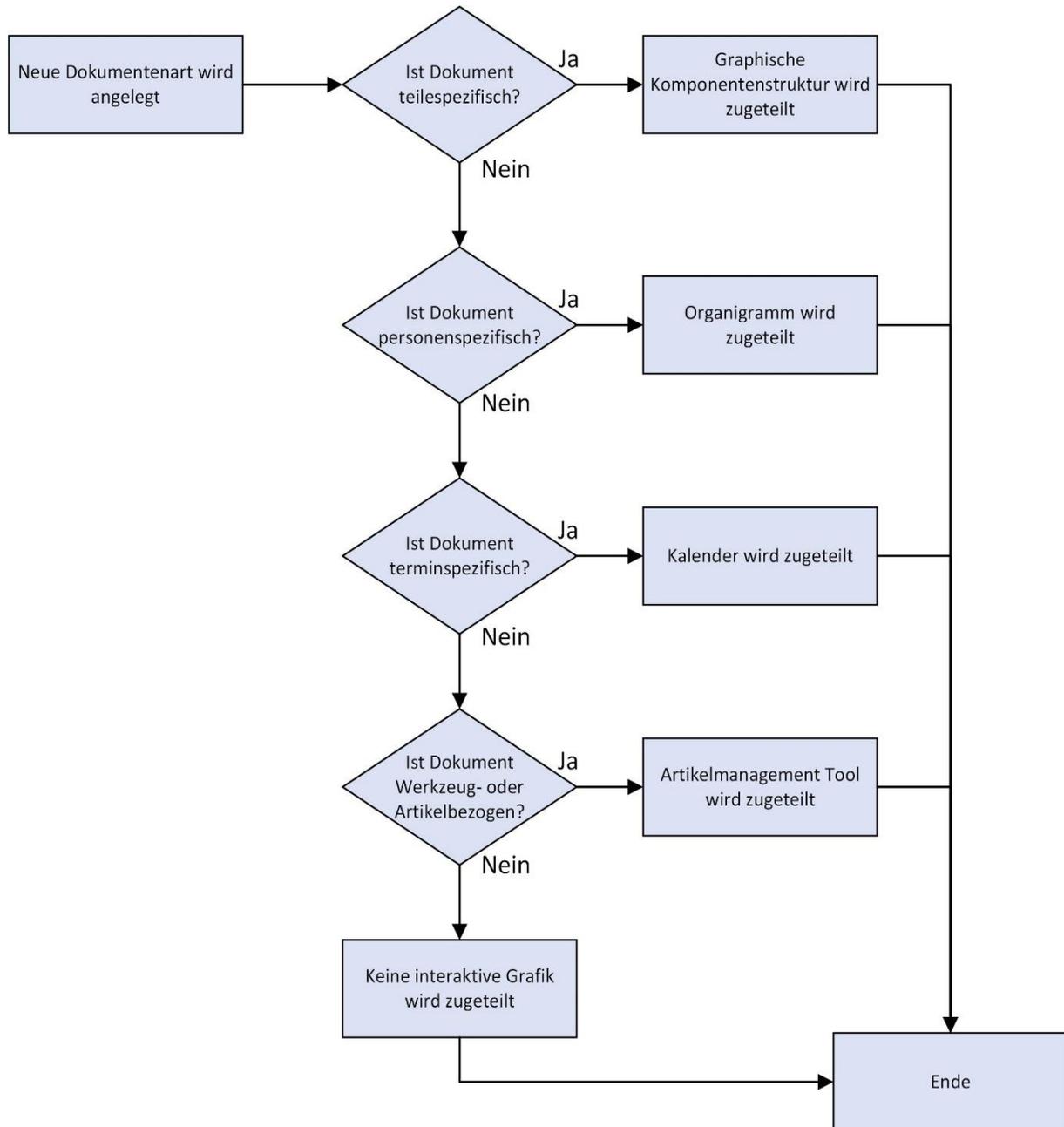


Abbildung 29: Prozess beim Anlegen einer neuen Dokumentenart

Als nächster Schritt zur Umsetzung des Modells innerhalb des Asset Management Systems der vorgestellten Einseilumlaufbahn müssen die in Kapitel 4.2 vorgestellten „Säulen“ des Modells zusammengeführt werden, siehe Abbildung 17.

Wie schon erwähnt wurde, stellt die erste Säule des Modells der QCP dar, welcher das dem Modell zugrunde liegende Management Tool im Rahmen dieser Arbeit darstellt. Die zweite Säule bildet das Dokumentenmanagement, das dazu dient, alle wichtigen Dokumente, Prozesse, Verträge, etc. zu finden, die für die Betriebsführung einer Einseilumlaufbahn notwendig sind. Die dritte Säule des Modells spiegelt den grafischen Aspekt des Modells wider. Es wurde ein Master Layout vorgestellt sowie interaktive Grafiken, um Dokumente, welche sich auf spezifische Bauteile, Personen, etc. beziehen, schnell und gut strukturiert speichern und abrufen zu können.

Eine Visualisierung des Vorganges zur Zusammenführung der drei Modellsäulen kann aus Anhang 8.4 entnommen werden.

Nach der Zusammenführung aller „Säulen“ entsteht das Modell für eine grafische Benutzeroberfläche, welches in die Software zur Unterstützung des Asset Managements der Wynn-SkyCab Bahn integriert werden kann, siehe Abbildung 30. Im folgenden Abschnitt wird die Oberfläche und ihre Bedienung detaillierter erklärt.

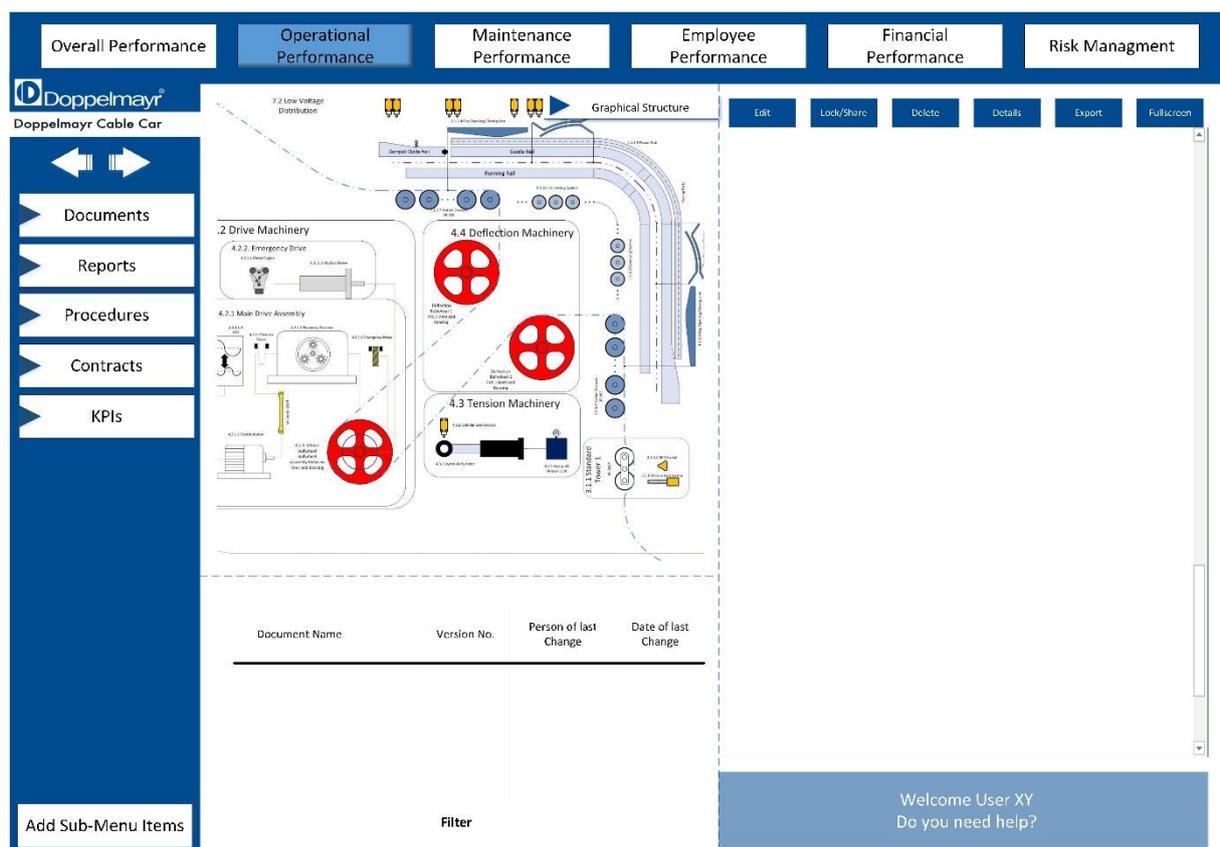


Abbildung 30: Implementiertes GUI-Konzept

5.6 Bedienungskonzept der Oberfläche

Nachdem die grafische Benutzeroberfläche vorgestellt wurde, wird in diesem Abschnitt näher auf das Bedienkonzept der Oberfläche eingegangen.

Die Hauptmenüpunkte, welche sich in der GUI oben befinden, entsprechen der QCP Struktur. Diese Struktur garantiert, dass der Quality Control Plan gut in das Modell eingearbeitet werden kann, und dass alle Dokumente schnell und übersichtlich gefunden werden können.

Links in der Oberfläche befinden sich die Unterkategorien, welche im Rahmen vom Dokumentenmanagement eingeführt worden sind. Sie sind in einer Baumstruktur angeordnet, um eine bessere Übersichtlichkeit gewährleisten zu können. Die Unterkategorien lauten:

- Documents
- Reports
- Procedures
- Contracts

Zudem wurde noch ein Button hinzugefügt, unter dem die Key Performance Indikatoren, kurz KPIs, der jeweiligen Hauptmenüpunkte abgerufen werden können. Durch die Einbindung der KPI Buttons wird gewährleistet, dass Abweichungen von Plangrößen schnell aufgedeckt und Gegenmaßnahmen so früh wie möglich eingeleitet werden können. Wird eine Unterkategorie ausgewählt, wie zB. „Documents“, wird das Feld erweitert und alle Dokumente werden angezeigt, die dieser Kategorie zugeteilt wurden.

Die Navigation erfolgt durch die weißen Navigationspfeile links unter den Hauptkategorien. Mit ihnen können Schritte rückgängig gemacht werden. Das DCC Logo dient gleichzeitig als Home-Button. Wird es angeklickt, gelangt der Benutzer zum anfänglichen Zustand der GUI zurück.

Auf den nächsten Seiten werden grundlegende Funktionen vorgestellt, welche die Benutzeroberfläche beinhaltet und es wird auf die Bedienung etwas näher eingegangen.

5.6.1 Verwendung der interaktiven Grafiken

Dokumente, welche sich auf spezifische Bauteile, Personen, etc. beziehen und nicht für die gesamte Anlage gültig sind, können schnell und einfach über die in Kapitel 4.2.3 vorgestellten interaktiven Grafiken gefunden werden. Beispiele für solche Dokumente sind u.a. Mitarbeiterverträge, technische Zeichnungen und Manuals zu verschiedenen Bauteilen.

Das Bedienkonzept zur Verwendung von interaktiven Grafiken wird anhand eines kleinen Anwendungsbeispiels erklärt:

Werden zB. Informationen benötigt, welche im Manual einer Rollenstütze hinterlegt sind, muss zuerst der Hauptmenüpunkt „*Operational Performance*“ angeklickt werden. Wird der Untermenüpunkt „*Documents*“ ausgewählt, wird die darunterliegende Baumstruktur eingeblendet und die Dokumente dieser Kategorie werden angezeigt. Anschließend kann die Dokumentenart „*System Manuals*“ ausgewählt werden.

Beim Anlegen der „*System Manuals*“ wurde dieser Dokumentenart zuvor bereits die grafische Komponentenübersicht der Seilbahnanlage als interaktive Grafik zugeordnet (Siehe Prozess aus Abbildung 29). Wird der Button „*System Manuals*“ angeklickt, erfolgt das Aufrufen der grafischen Komponentenübersicht dadurch automatisch.

Wird nun die Stütze in der interaktiven Grafik ausgewählt, werden alle gespeicherten Manuals in der Dokumentenauflistung unterhalb der interaktiven Grafik angezeigt. Gleichzeitig wird die interaktive Grafik verdunkelt, und das ausgewählte Feld hervorgehoben, vergrößert und zentriert, siehe Abbildung 31. Rechts neben der interaktiven Grafik können einzelne Manuals aufgerufen, bearbeitet, freigegeben, gelöscht, exportiert oder im Vollbildmodus angezeigt werden.

Der Button „*Filter*“ unter dem Auflistungsfeld kann die Anzahl an gefundenen Dokumenten zusätzlich einschränken und garantiert dadurch, dass auch bei einer großen Menge von gefundenen Dokumenten die Übersicht nicht verloren geht. Außerdem kann mit dieser Funktion auch bestimmt werden, ob der Suchbereich durch die interaktive Grafik eingeschränkt werden soll, oder ob alle gefundenen Dokumente, unabhängig von der interaktiven Grafik, angezeigt werden sollen.

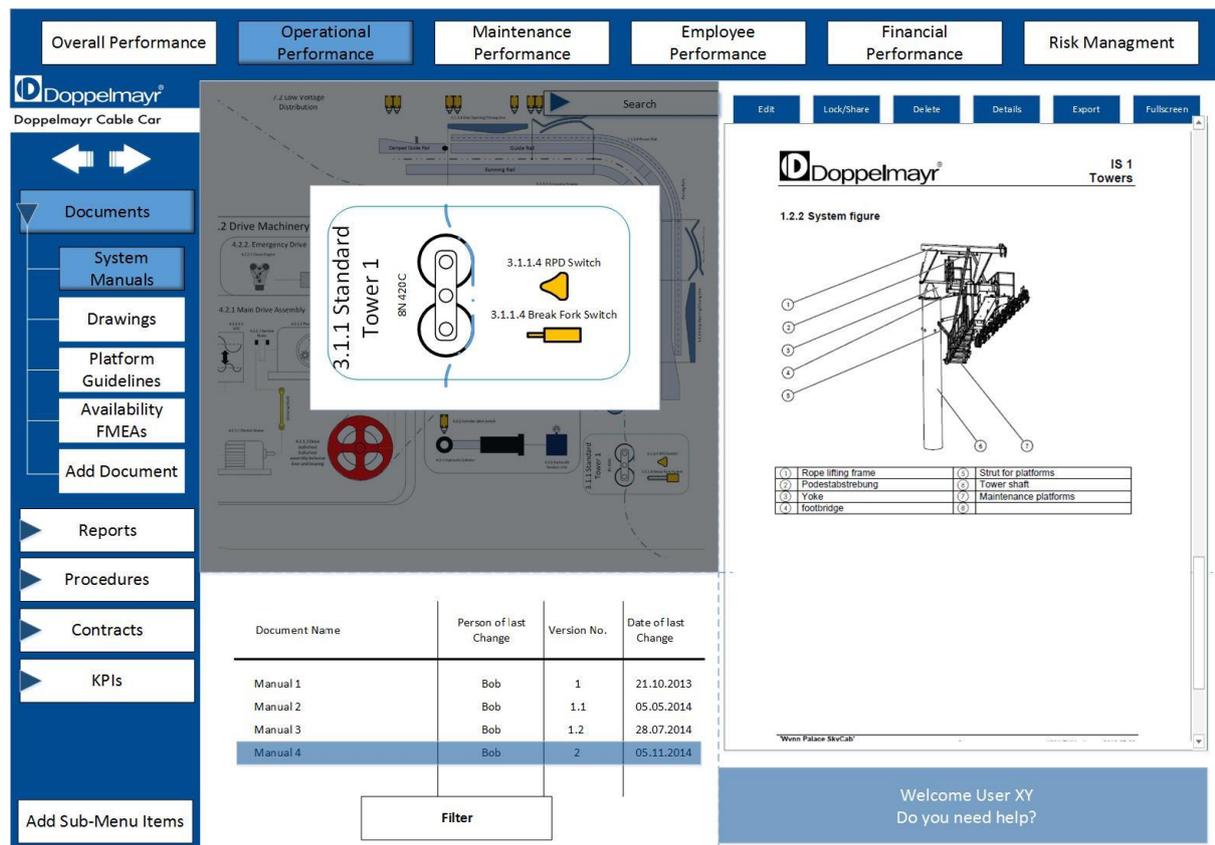


Abbildung 31: Auswahl einer Baugruppe

5.6.2 Suche von Dokumenten

Im vorherigen Abschnitt wurde beschrieben, wie Dokumente aufgerufen werden können, die sich auf ein bestimmtes Objekt beziehen. Bei der praktischen Anwendung erweist sich allerdings manchmal auch der umgekehrte Weg als sinnvoll und zielführend, dass zuerst ein Objekt in der interaktiven Grafik ausgewählt wird und anschließend schnell alle benötigten Dokumente dazu gefunden werden können. Dieser Vorgang wird hier näher erläutert.

Um zu verdeutlichen, dass mit dem vorgestellten Modell nicht nur Dokumente gefunden werden können, welche sich auf Anlagenteile beziehen, wird das nächste Anwendungsbeispiel anhand einer Person durchgeführt.

Als erster Schritt muss die Suchfunktion aktiviert werden. Dazu kann das rot markierte Dropdown Feld in der interaktiven Grafik verwendet werden, siehe Abbildung 32. Nach Aktivierung des Dropdown Felds erscheint eine Auflistung aller interaktiven Grafiken, welche in die Benutzeroberfläche integriert wurden. Bei Auswahl einer Grafik erscheint sie in der Benutzeroberfläche. Sobald eine neue interaktive Grafik ausgewählt wird, verschwindet die letzte Auswahl, das Auflistungsfeld und das Dokumentenanzeigefeld wird geleert.

Anschließend kann der gewünschte Mitarbeiter durch Anklicken ausgewählt werden, siehe Abbildung 33. Dokumentenkategorien und Hauptkategoriepunkte, bei denen kein Dokument hinterlegt ist, werden ausgegraut und können nicht mehr angeklickt werden. Versucht der Benutzer trotzdem, ein graues Feld auszuwählen, wird er mittels eines akustischen Signals und der Assistenzfunktion darauf hingewiesen, dass sich hinter dem ausgegrauten Feld keine Dokumente befinden, welche sich auf den ausgewählten Mitarbeiter beziehen. Unter den Dokumentenarten „Employee Handbook“, „Code of Conduct“ und „Leave notes“ sind beispielsweise keine mitarbeiterspezifischen Daten hinterlegt. Ganz normal gebliebene, weiße Felder können wie gewohnt ausgewählt werden. Dadurch wird vermieden, dass der Benutzer durch leere Auswahlen frustriert wird.

In Abbildung 33 wurde der Hauptkategoriepunkt „Employee Performance“, die Unterkategorie „Documents“ und die Dokumentenart „Performance Review“ ausgewählt. Wiederum werden unter der interaktiven Grafik alle gefundenen Dokumente aufgelistet, rechts neben der Grafik können die Dokumente einzeln betrachtet werden.

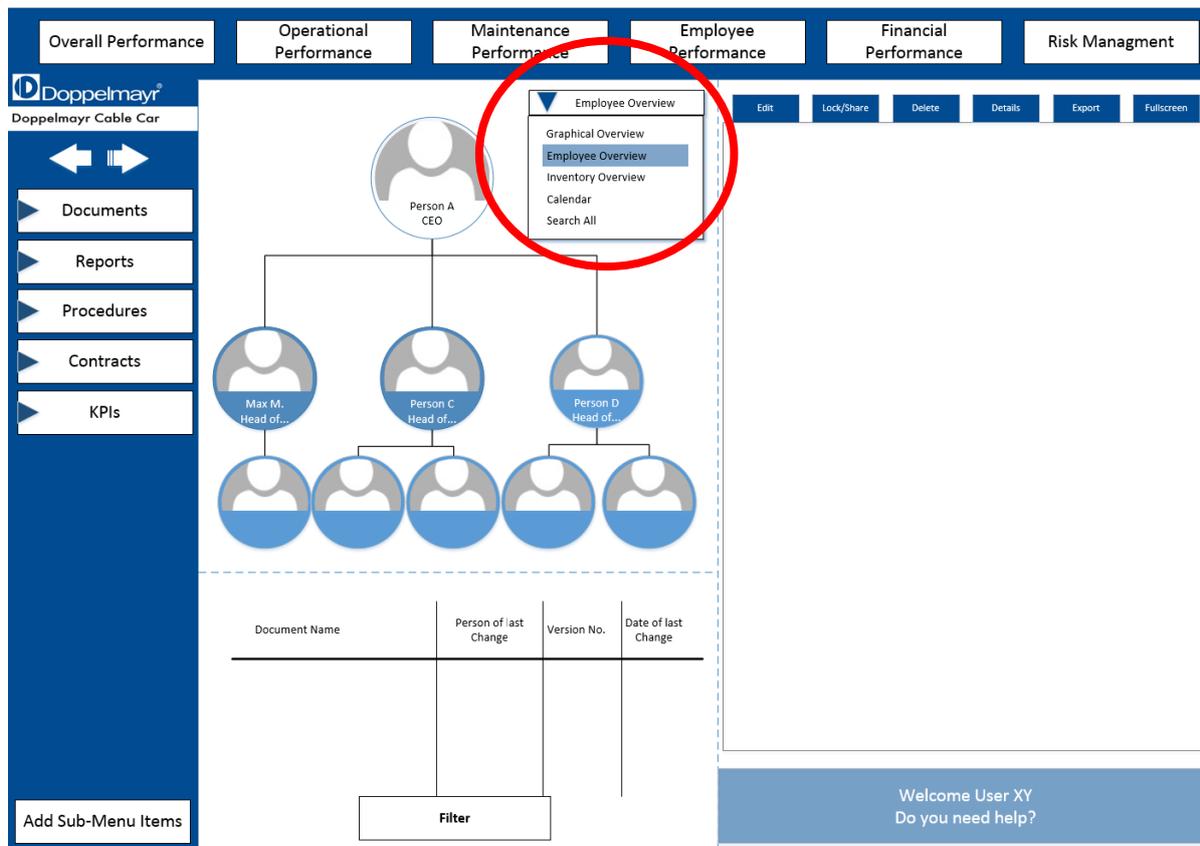


Abbildung 32: Auswahl der richtigen interaktiven Grafik

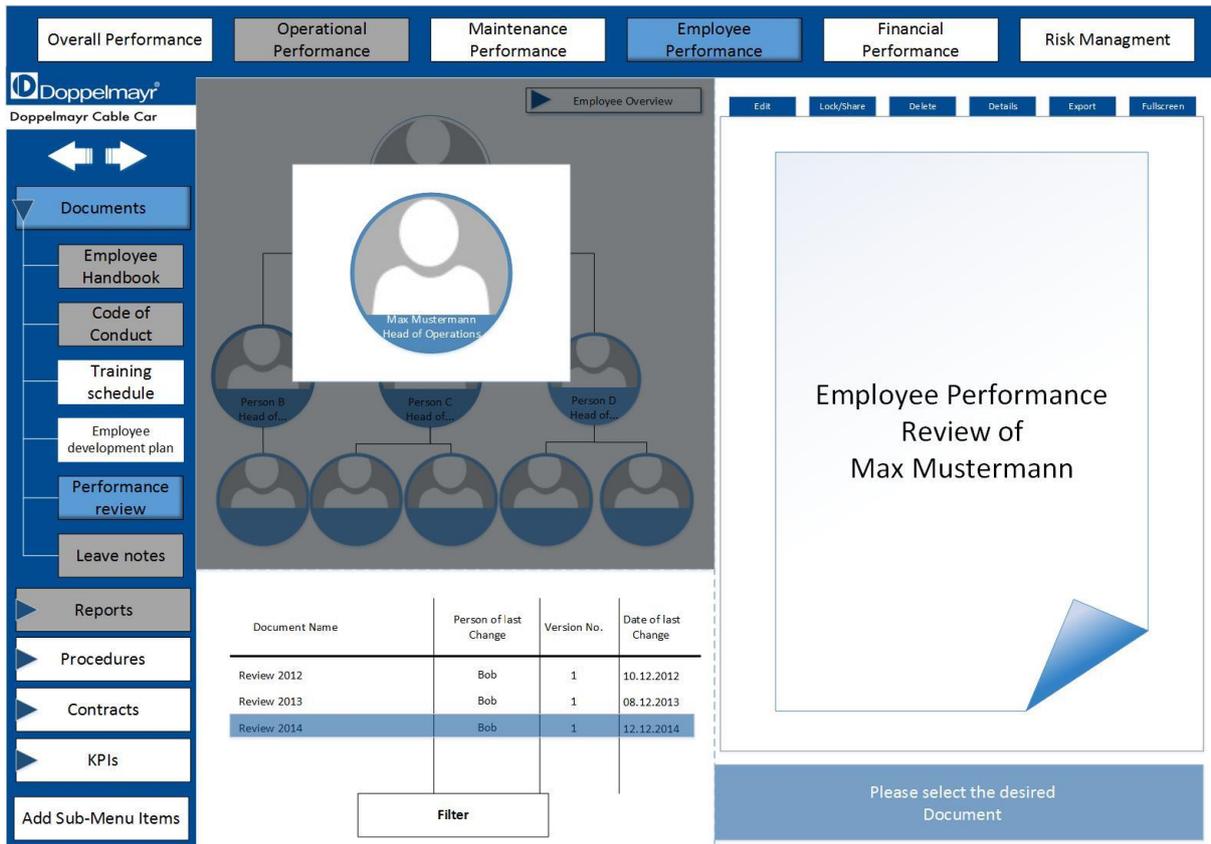


Abbildung 33: Suchen eines Dokumentes, welches sich auf eine Person bezieht

Tritt der Fall ein, dass der Benutzer nicht genau weiß, unter welcher Kategorie das gesuchte Dokument abgespeichert wurde, kann im Dropdown Feld die Funktion „Search All“ verwendet werden. In Abbildung 34 wird die Funktion zur Verdeutlichung noch einmal hervorgehoben. Bei Verwendung dieser Funktion kann die gesamte Datenbank nach einzelnen Suchbegriffen, dem Änderungsdatum, dem Dateityp oder auch einer Kombination aus allem durchsucht werden. Die Funktion ist auch dann hilfreich, wenn der Benutzer Dokumente sucht, bei denen keine interaktive Grafik hinterlegt wurde.

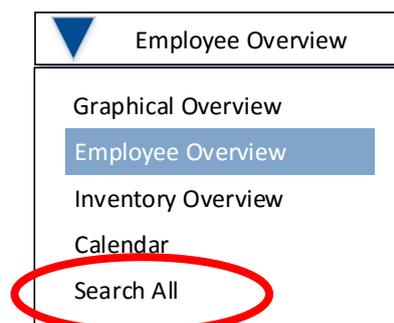


Abbildung 34: Vergrößerte Darstellung des Suchfeldes

5.6.3 User- Rechtevergabe

Das Modell unterscheidet User mit verschiedenen Schreib- und Leserechten. Diese Maßnahme sorgt dafür, dass Mitarbeiter auf verschiedenen Hierarchieebenen und Abteilungen nur das sehen können, was sie benötigen. So kann zB. ein Wartungsmitarbeiter keine Personalverträge von anderen Mitarbeitern einsehen oder ein Hilfsarbeiter keine Wartungspläne umschreiben.

Jedem Mitarbeiter wird ein User-Account zugeteilt, welcher von Anfang an über die jeweiligen Rechte verfügt. Es wäre allerdings ziemlich aufwendig, jedem neuen Mitarbeiter einen speziell angefertigten Account zur Verfügung zu stellen. Dieser Prozess kann durch die Einführung von Benutzerrollen im Rahmen eines Rechtesystems beschleunigt werden. Unter Benutzerrollen versteht man Standard-User im System, welche je nach Abteilung und Funktion des Dienstnehmers vordefiniert sind. Tritt ein neuer Mitarbeiter in das Unternehmen ein, wird ihm eine entsprechende Benutzerrolle zugeteilt, und er verfügt sofort über den Großteil der für ihn wichtigen Schreib- und Leserechte.¹²⁵ Abbildung 35 verdeutlicht den Unterschied zwischen der direkten Rechtevergabe und der Rechtevergabe über Benutzerrollen. Während bei der direkten Rechtevergabe jedem Mitarbeiter individuelle Rechte gegeben werden müssen, können bei der Vergabe von Benutzerrollen den Mitarbeitern einfach Rollen mit vordefinierten Rechten zugeteilt werden.

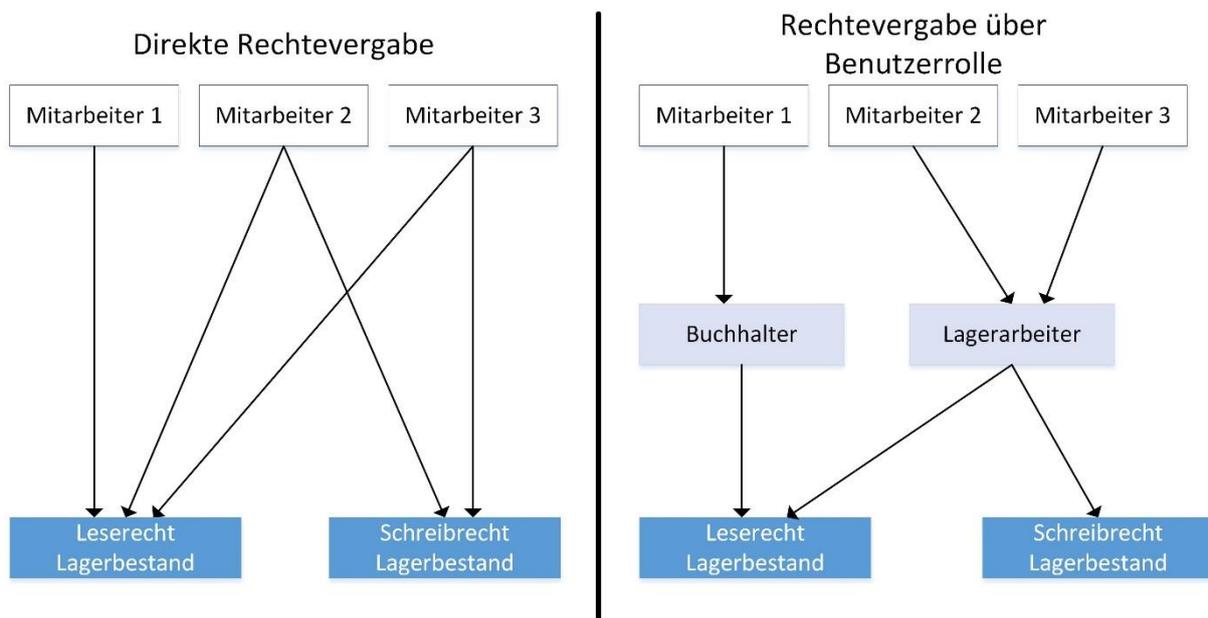


Abbildung 35: Vergleich direkte Rechtevergabe und Rechtevergabe über Benutzerrollen¹²⁶

¹²⁵ vgl. Gerhard, 2014, Foliensatz 07, S. 273ff

¹²⁶ ebenda, S. 275, eigene Abbildung

Die Vergabe von Benutzerrollen macht vor allen in mittleren und großen Unternehmen Sinn, bei denen viele Mitarbeiter angestellt sind, und dadurch ein dementsprechend hoher IT Aufwand durch Rechtevergaben entsteht.

Benutzerrollen unterteilen sich in Standardrollen und Sonderrollen.¹²⁷ Standardrollen entsprechen der unternehmerischen Funktionsstruktur (zB. Vorstand, Lagermitarbeiter, Buchhaltungs-Leiter, etc.). Sonderrollen sind aus der Organisationsstruktur nicht ersichtlich, sie werden durch offizielle Ernennung der Mitarbeiter vergeben. (zB. Sicherheitsbeauftragter, etc.). Aus diesem Grund müssen trotz der Vergabe von Benutzerrollen ein paar Rechte individuell vergeben werden.

5.6.4 Kontextinformationen

Der User muss bei jedem Interaktionsschritt mit der GUI mit ausreichend Kontextinformationen versorgt werden, ansonsten fühlt er sich schnell verloren, mit der Bedienung überfordert und frustriert. Diesen Umstand gilt es in jeder Situation zu vermeiden! (Siehe Kapitel 2.4)

Ein allgemeines Beispiel verdeutlicht, was mit Kontextinformationen gemeint ist und wie wichtig sie eigentlich sind: ein potentieller Kunde möchte sich auf einer Social Media Internetplattform anmelden und muss im Rahmen des Anmeldeprozesses ein JPEG Bild als Profilbild hochladen. Der Versuch scheitert aber jedes Mal, wenn er das Bild uploaden möchte. Nach mehreren Anläufen überkommt ihn der Frust, der Benutzer lässt die Anmeldung bleiben.

Die Ursache des aufgetretenen Problems ist simpel: Das Bild hat die maximal zulässige Größe überschritten. Wären genug Kontextinformationen vorhanden gewesen, hätte ihn ein kleiner Hinweis auf die unzulässige Bildgröße aufmerksam gemacht und er wäre nicht zu einer konkurrierenden Plattform abgewandert.

Im entwickelten Modell wird der Benutzer durch die so genannte „Assistenz-Funktion“ jederzeit mit ausreichend Kontextinformationen versorgt, siehe Abbildung 36. Sie begleitet ihn während der gesamten Bedienung. Zusätzlich bietet die Funktion auch Hilfestellungen und Tutorial-Videos, falls benötigt.

¹²⁷ vgl. ebenda, S. 274

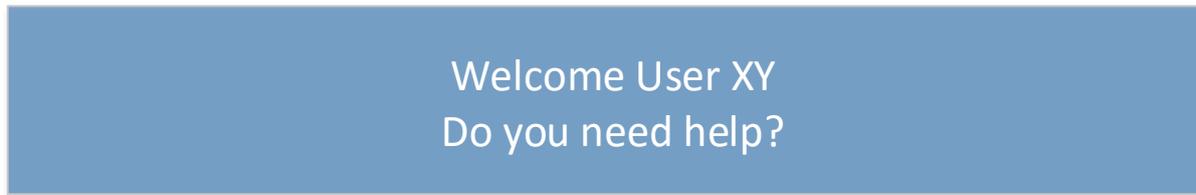


Abbildung 36: Assistenz Funktion

Die Bezeichnung „Assistenz-Funktion“ soll als Metapher aufgefasst werden. Im GUI Design bezeichnet man Metaphern als einen Versuch, komplizierte Vorgänge, Themen, etc. zu versinnbildlichen. Bei interaktiven Produkten werden mit Metaphern gerne neue Funktionen oder Umgebungen beschrieben. Dadurch kann das Sinnbild bereits bekannter Umstände auf neue, noch unbekannte Funktionalitäten übertragen werden, ohne großen Erklärungsaufwand betreiben zu müssen. Eine der wohl bekanntesten Metaphern ist die Schreibtisch-Metapher, welche bei jedem Computer Betriebssystem vorkommt. Auf dem Schreibtisch können Dateien abgelegt werden, und – falls sie nicht mehr benötigt werden – in den Papierkorb geworfen werden, um sie zu löschen.¹²⁸ Analog dazu soll die Assistenz-Funktion dem Benutzer bei jedem Interaktionsschritt als persönlicher Assistent zur Seite stehen und ihn unterstützen.

Macht der Benutzer eine nicht erlaubte Eingabe, wird die Eingabe nicht durchgeführt. Gleichzeitig erklingt ein akustisches Signal und der Benutzer wird durch die Assistenz Funktion auf seinen Fehler hingewiesen.

Möchte der Benutzer eine Aktion ausführen, die nicht mehr rückgängig gemacht werden kann, wird in einem separaten Fenster ein Warnhinweis angezeigt. Der Benutzer muss dann zuerst die Erlaubnis geben, um fortzufahren. Ein Beispiel für solche nicht reversible Aktionen ist das Löschen von Dateien. Einmal gelöscht, kann die Software die Dateien nicht mehr zurückbringen. Möchte der Benutzer so eine nicht-reversible Aktion durchführen, muss er zuerst die Erlaubnis geben, siehe Abbildung 37.

¹²⁸ vgl. Stapelkamp, 2010, S. 54

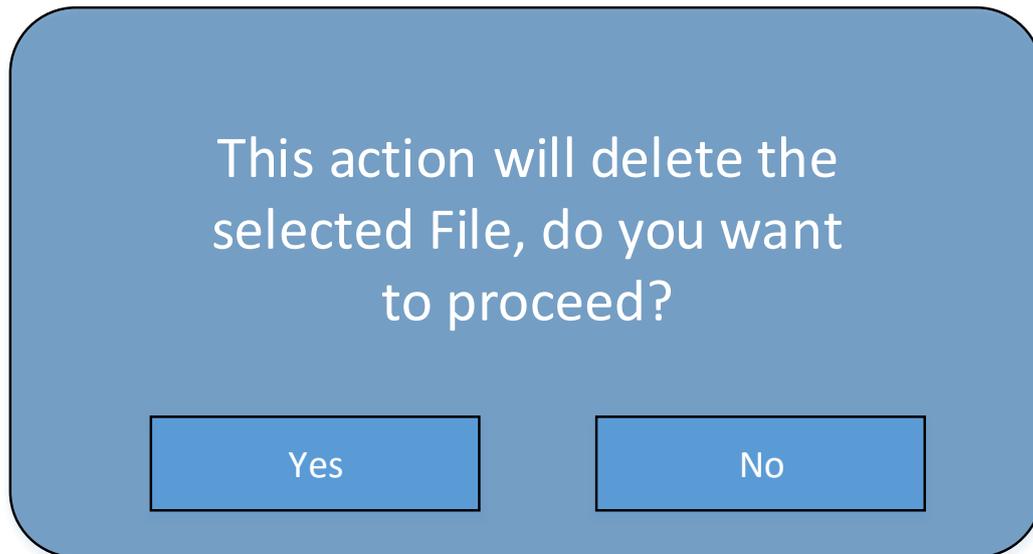


Abbildung 37: Beispielhafte Benutzeraufforderung bei einer nicht reversiblen Aktion

Dieser Vorgang vermeidet, dass aus Versehen Dateien gelöscht oder andere nicht-reversible Aktionen durchgeführt werden, da solche ungewollte, nicht reversible Aktionen schwere Konsequenzen mit sich ziehen können. Ihre ungewollte Ausführung muss unter allen Umständen vermieden werden.

5.6.5 Die Tooltipp Funktion

Im Kapitel 4.2.2 wurde als zweite „Modellsäule“ die Excel Dokumentenübersicht vorgestellt, die alle wichtigen Dokumente, welche innerhalb einer Betriebsführung benötigt werden, zusammenführt, kategorisiert und dem QCP zuteilt. Dieses Excel-File beinhaltet neben dem Dokumentenname und seiner QCP-Zuteilung auch kurze Erklärungen für die einzelnen Dokumentenarten (Siehe Anhang 8.2). Diese Informationen gilt es, in die grafische Benutzeroberfläche miteinzubeziehen und zwar auf eine Weise, dass sie immer dann abgerufen werden, wenn sie benötigt werden, aber gleichzeitig die Oberfläche nicht unnötig überladen. Eine Möglichkeit, dieser Anforderung gerecht zu werden, bieten so genannte Tooltipp-Funktionen. Bei Tooltipp-Funktionen handelt es sich um Funktionen, welche zusätzliche Informationen zu einem Element in der GUI in Textform preisgeben. Die Tooltipp-Funktion kann aktiviert werden, wenn der Mauszeiger über einem sogenannten Hover-Bereich ruht, ihn aber nicht anklickt.¹²⁹ Dadurch wird das Textelement angezeigt, ansonsten ist es nicht sichtbar.

¹²⁹ vgl. Norm: ISO 9241-161:2014, S. 80f

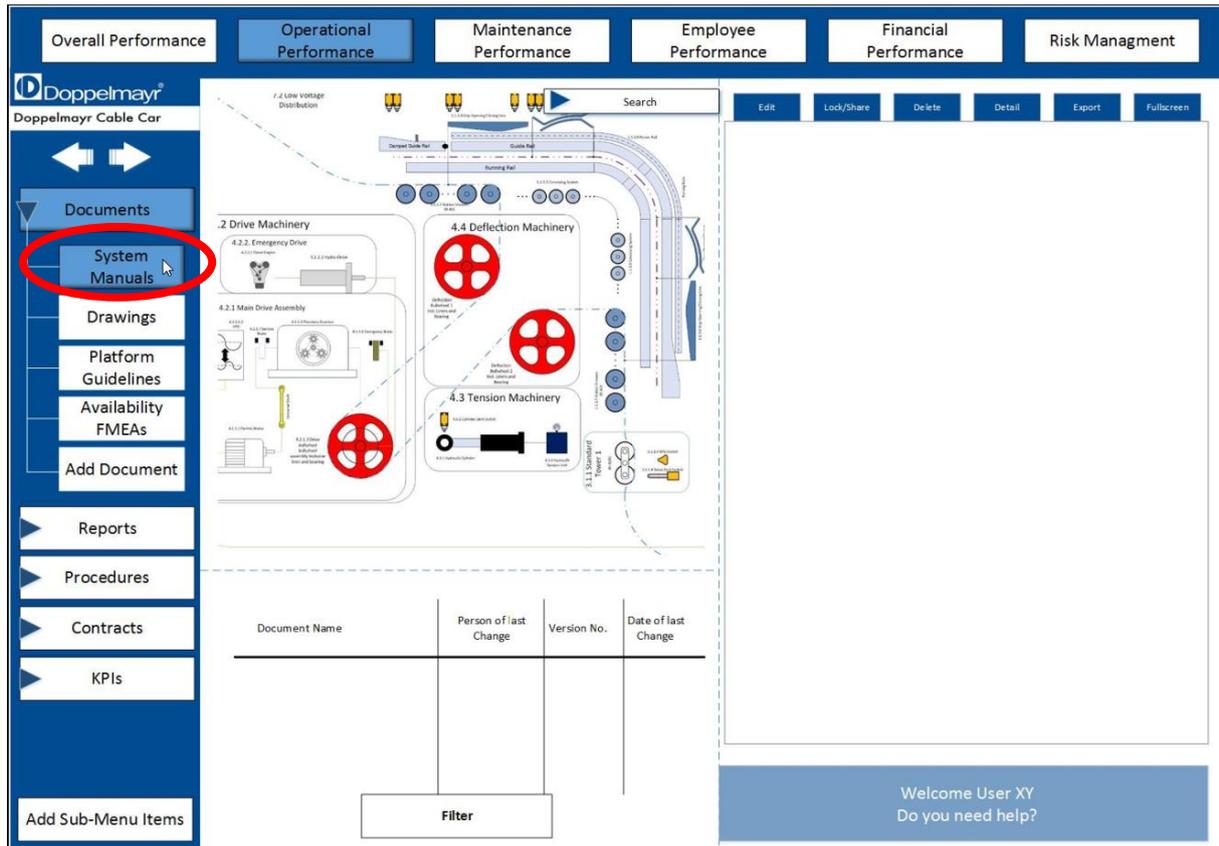


Abbildung 38: Oberfläche vor Aktivierung des Tooltipp Tools

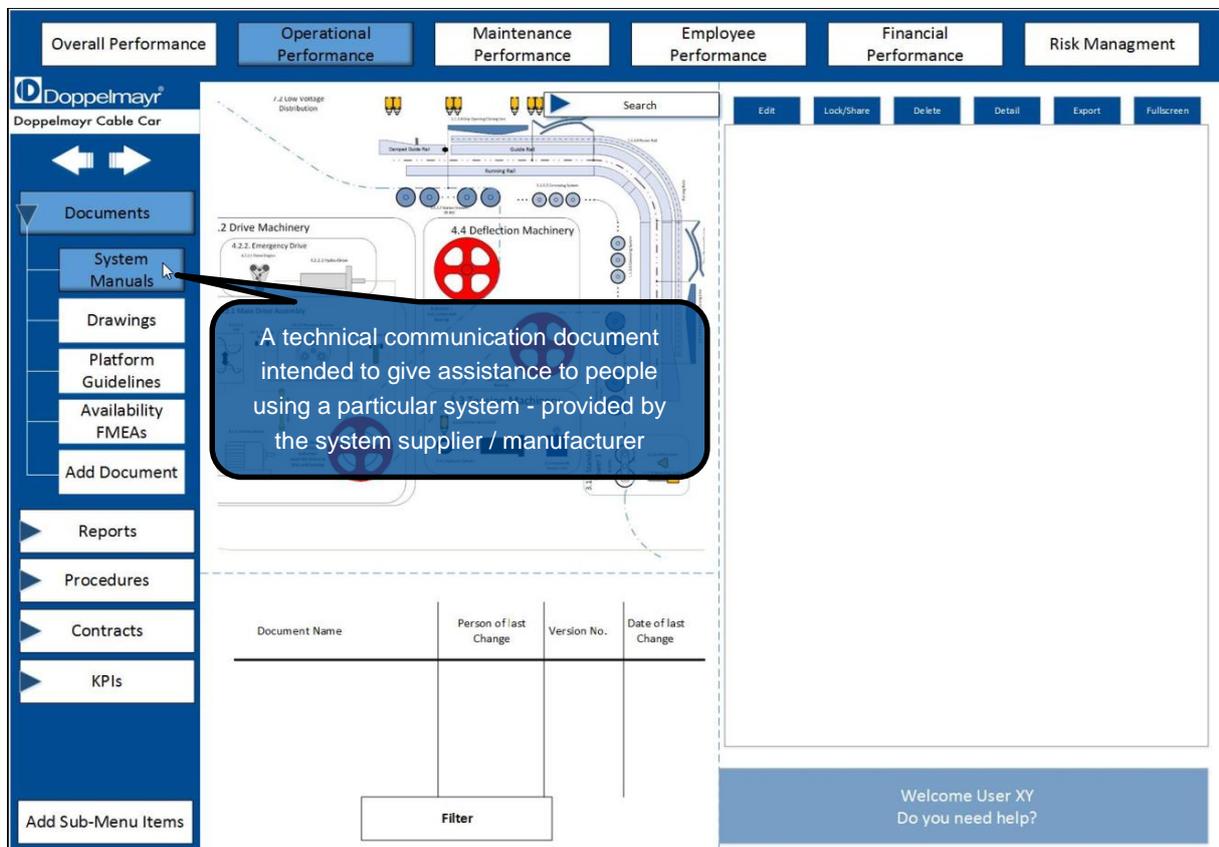


Abbildung 39: Oberfläche bei aktiviertem Tooltipp Tool

In der ISO Norm 9241-161:2014, welche derzeit noch ein Entwurf ist, wird der Begriff „Hover-Bereich“ eingeführt und folgendermaßen erklärt: „Bereich der Benutzungsschnittstelle, der auf einen darüber liegenden Zeiger reagiert“¹³⁰

Ein Beispiel hierzu erklärt das Tooltipp Tool besser:

Wenn ein User mit der grafischen Benutzeroberfläche arbeitet und ihm nicht genau klar ist, was man alles unter System Manuals verstehen kann, bietet ihm das Tooltipp Tool Abhilfe. Er kann es aktivieren, indem er als Erstes den Mauszeiger zum Button „System Manuals“ bewegt und ihn dort ruhen lässt, ohne in anzuklicken, siehe Abbildung 38.

Verbleibt der Mauszeiger für 2 Sekunden an seinem Ort, wird das Tooltipp Tool aktiviert und die zusätzliche Information hinter dem Button freigegeben, siehe Abbildung 39:

5.7 Vorschlag von geeigneten Key-Performance Indikatoren für das Modell

Im Kapitel 2.1.3 wurde bereits erwähnt, dass ein Asset Management System unter Zuhilfenahme von Kennzahlen, auch Key Performance Indikatoren genannt, ständig überwacht und analysiert werden muss. Darauf wird in diesem Abschnitt näher eingegangen. Die allgemeine Vorgehensweise zur Findung und Entwicklung von Kennzahlen aus Kapitel 2.1.3 wird in diesem Kapitel auf die Findung konkreter KPIs angewendet, anschließend wird eine Auswahl an geeigneten Kandidaten für Key Performance Indikatoren vorgestellt. Ziel dieses Abschnitts ist es, jedem der 6 QCP Hauptpunkte messbare Größen zur Verfügung zu stellen, welche dem Management als Entscheidungsgrundlagen dienen könnten.

In Kapitel 2.1.3 wurde schon eine allgemeine Vorgehensweise zur Findung und Bildung geeigneter Kennzahlen basierend auf der Norm VDI 2893 vorgestellt, siehe Abbildung 7. In diesem Kapitel wird gezeigt, wie diese allgemeine Vorgehensweise auf die Findung konkreter Kennzahlen angewendet werden kann. Anhand des Beispiels der Kennzahl „Mean Time To Repair“ wird der Vorgang beispielhaft durchgeführt.

¹³⁰ Norm: ISO 9241-161:2014, S. 13

Die „*Mean Time To Repair*“ ist folgendermaßen definiert:

$$\text{Mean Time To Repair (MTTR)}: \frac{\text{Ausfallzeit gesamt}}{\text{Anzahl Ausfälle}}$$

Formel 3: Mean Time To Repair (MTTR)¹³¹

Unter Zuhilfenahme der Vorgehensweise aus der VDI 2893¹³² kann überprüft werden, ob die Bildung dieser Kennzahl sinnvoll ist, und ob sie mit dem Unternehmensziel, der Strategie und der Aufgabenstellung übereinstimmt. Abbildung 40 stellt dar, wie die Vorgehensweise für die Findung der spezifischen Kennzahl angewendet werden kann.

Ein sauber ausgearbeiteter Quality Control Plan bietet einen guten Ansatzpunkt zur Findung passender KPIs und unterstützt den Prozess aus Abbildung 40. Vor allem Schritt 1 und 2, in denen eine Selbstanalyse stattfindet, die Geschäftsprozesse abgebildet werden, Ziele definiert und den Perspektiven zugeordnet werden, werden im QCP schon sehr gut behandelt. Unter den in Schritt 2 erwähnten Perspektiven können die in Kapitel 4.2 vorgestellten 6 QCP Hauptkategorien verstanden werden. Zur Übersichtlichkeit werden sie noch einmal angeführt:

- Overall Performance
- Operational Performance
- Maintenance Performance
- Employee Performance
- Financial Performance
- Risk Management

Nach der gründlichen Ausarbeitung des QCPs kann somit direkt in Schritt 3 eingestiegen werden, wo Einflussgrößen untersucht werden, die unmittelbaren Einfluss die Erreichung der gesteckten Ziele haben. Die MTTR ist eine Kennzahl im Rahmen der Maintenance Performance, das Hauptziel der Maintenance Performance ist es, eine maximale Anlagenverfügbarkeit durch die Etablierung einer effektiven Instandhaltungsstrategie zu erreichen. Eine Einflussgröße, welche unmittelbaren Einfluss auf die Anlagenverfügbarkeit hat, ist beispielsweise die Maschinenzuverlässigkeit.

¹³¹ Norm: VDI 2893:2006, S. 31

¹³² vgl. ebenda, S. 12ff

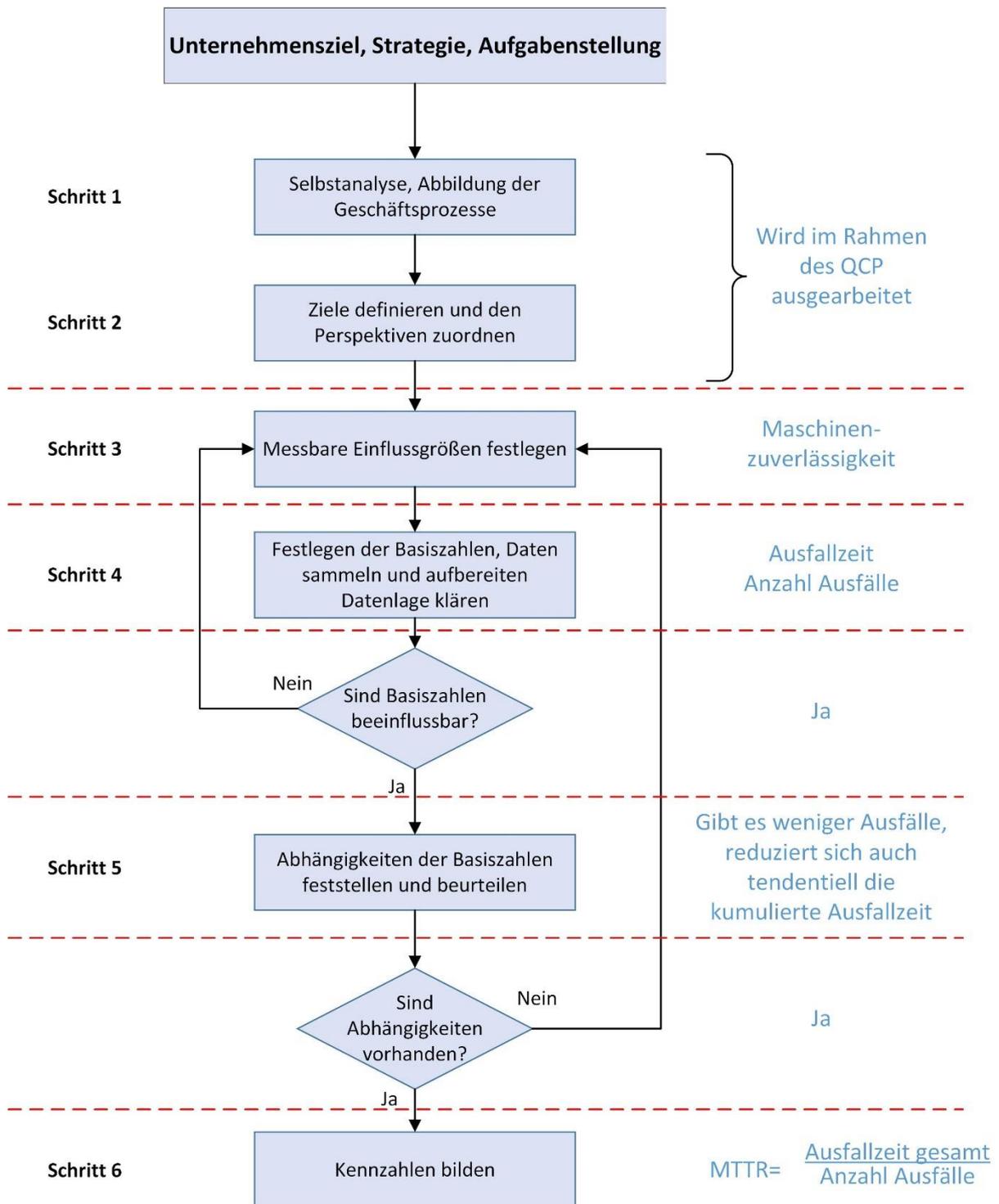


Abbildung 40: Angewendete Vorgehensweise zur Bildung der Kennzahl MTTR

In Schritt 4 müssen anschließend Basiszahlen gefunden werden, welche die Einflussgrößen oder deren Wirkung beschreiben können. Für die Beschreibung der Einflussgröße „Maschinenzuverlässigkeit“ kommen viele Basisdaten in Frage. Um beim Beispiel „Mean Time To Repair“ zu bleiben, werden hier die zwei Basiszahlen „Ausfallzeit einer Anlage“ und „Anzahl Anlagenausfälle“ angeführt. Die Frage, ob diese

Basiszahlen beeinflusst werden können, kann mit Ja beantwortet werden – durch die Wahl einer geeigneten Instandhaltungsstrategie können die Ausfallzeit und die Ausfallrate minimiert werden.

In Schritt 5 muss als nächstes geklärt werden, ob die Basiszahlen Abhängigkeiten aufweisen. Falls bei diesem Schritt Schwierigkeiten auftreten, können Basiszahlen in einem geeigneten Diagramm aufgetragen werden. Dadurch ist eine Abhängigkeit leichter erkennbar.¹³³ Im Falle der MTTR ist dies allerdings nicht notwendig, die Abhängigkeit kann folgendermaßen begründet werden: Fällt eine Maschine weniger häufig aus, ist ihre kumulierte Stillstandszeit auch tendenziell geringer.

Nachdem die Frage der Abhängigkeit geklärt wurde, kann die Kennzahl im letzten Schritt – Schritt 6 – gebildet werden.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde diese Vorgehensweise weniger dazu verwendet, neue Kennzahlen für das Modell zu entwickeln, sondern mehr dazu, herauszufinden, welche „Stellschrauben“ im Rahmen des QCP beeinflusst werden können und sollen, und welche Kennzahlen sich basierend auf dieser Erkenntnis eignen.

Im weiteren Verlauf des Kapitels werden nun für jede der 6 QCP Hauptkategorien Key Performance Indikator-Kandidaten vorgestellt, welche sinnvolle Bewertungsgrundlagen für die jeweiligen Kategorien darstellen.

5.7.1 KPIs zur Beschreibung der Overall Performance

Die Perspektive „Overall Performance“ hat das Ziel, eine übersichtliche und effektive Organisation mit klar abgegrenzter Rollenverteilung im Unternehmen zu etablieren. Es müssen also KPIs gefunden werden, welche die Organisationsstruktur bewerten und gleichzeitig evaluieren, ob das Personal mit der Organisationsstruktur zufrieden ist.

$$\text{Fluktuationsrate} = \frac{\text{Personalabgang}}{\text{durchschn. Beschäftigte}}$$

Formel 4: Fluktuationsrate¹³⁴

Die Fluktuationsrate kann als ein Maß für die Arbeitnehmerzufriedenheit gesehen werden, da zufriedene Arbeitnehmer nicht dazu tendieren, das Unternehmen freiwillig

¹³³ vgl. Norm: VDI 2893:2006, S. 14

¹³⁴ Norm: VDI 2893:2006, S. 31

zu verlassen. Aus diesem Grund kann die Fluktuationsrate als KPI zur Beschreibung der Overall Performance gesehen werden.

$$\text{Net Promoter Score} = \frac{\text{Anzahl Promotern} - \text{Anzahl Kritiker}}{\text{Gesamtanzahl an befragten Kunden}} * 100 \%$$

Formel 5: Net Promoter Score¹³⁵

Die Kennzahl Net Promoter Score (NPS) dient zur Messung der Kundenzufriedenheit und auch der Kundenloyalität. Sie kann recht einfach ermittelt werden, indem die Fahrgäste gefragt werden, wie wahrscheinlich es für sie ist, dass sie das Unternehmen Freunden weiterempfehlen würden. Die Kunden können von einer Skala zwischen 0 und 10 auswählen. Zur Auswertung dieser Frage werden die befragten Kunden in 3 Segmente eingeteilt: Kunden, welche das Segment zwischen 0 und 6 wählen, werden als Kritiker bezeichnet, Kunden mit einer Bewertung zwischen 7 und 8 gelten als passiv zufriedene Kunden und Kunden, welche eine höhere Bewertung abgeben, fallen in das Segment der Promotoren.¹³⁶

Bei einer effektiven Organisationsstruktur können alle Prozesse schnell und unkompliziert ablaufen, dadurch kann dem Kunden ein Service mit höchster Qualität angeboten werden. Deshalb wirkt sich die Perspektive „Overall Performance“ direkt auf die Kundenzufriedenheit aus.

5.7.2 KPIs zur Beschreibung der Operational Performance

Ziel der „Operational Performance“ ist es, eine maximale Anlagenverfügbarkeit und ein optimales Prozesshandling, auch bei jeder Ausnahmesituation, zu garantieren.

$$\text{Technische Ausfallrate} = \frac{\text{Technische Ausfallzeit}}{\text{Soll} - \text{Belegungszeit}}$$

Formel 6: Technische Ausfallrate¹³⁷

¹³⁵ vgl. Schwarz, 2009, S. 105

¹³⁶ vgl. Schwarz, 2009, S. 105f

¹³⁷ Norm: VDI 2893:2006, S. 29

Eine weitere Kennzahl zur Beschreibung der Operational Performance ist die Verfügbarkeit. Sie wurde in Formel 1 auf Seite 59 definiert.

$$\text{durchschn. Reaktionszeit} = \frac{\text{Zeit von Störbeginn bis IH} - \text{Beginn}}{\text{Anzahl Störungen}}$$

Formel 7: Führungsdichte Ingenieur¹³⁸

Die durchschnittliche Reaktionszeit besitzt ebenfalls eine Aussagekraft über die Operational Performance, denn je länger die Reaktionszeit ist, desto schlechter sind die Prozesse ausgearbeitet und desto mehr Zeit wird benötigt, um auftretende Störungen zu beheben. Steht die Anlage zwischen Störbeginn und Instandhaltung still, wirkt sich dies negativ auf die Verfügbarkeit aus.

5.7.3 KPIs zur Beschreibung der Maintenance Performance

Bei der Perspektive „Maintenance Performance“ geht es darum, eine effektive Einhaltung des Wartungsplanes bei minimalen Anlagenausfällen zu gewährleisten.

$$\text{Mean Time Between Repair (MTBR)} = \frac{\text{Zeit zwischen Instandsetzungen}}{\text{Anzahl Ausfälle}}$$

Formel 8: Mean Time Between Repair (MTBR)¹³⁹

Die nächste Formel wurde in diesem Kapitel schon für die Erläuterung des Beispiels verwendet:

$$\text{Mean Time To Repair (MTTR)}: \frac{\text{Ausfallzeit gesamt}}{\text{Anzahl Ausfälle}}$$

Formel 3: Mean Time To Repair (MTTR)¹⁴⁰

¹³⁸ vgl. ebenda, S. 33

¹³⁹ Norm: VDI 2893:2006, S. 31

¹⁴⁰ Norm: VDI 2893:2006, S. 31

5.7.4 KPIs zur Beschreibung der Employee Performance

Die „*Employee Performance*“ hat primär die Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter im Fokus mit dem Ziel, gut qualifizierte und kompetente Mitarbeiter in der Organisation zu haben.

$$\text{Anzahl der Qualifizierungstage pro Mitarbeiter} = \frac{\text{Anzahl der Tage für Qualifizierung}}{\text{Gesamtanzahl Mitarbeiter}}$$

Formel 9: Anzahl der Qualifizierungstage pro Mitarbeiter¹⁴¹

$$\text{Entwicklungsaufwand pro MA} = \frac{\text{Aufwand für Personalentwicklungsmaßnahmen}}{\text{Gesamtanzahl Mitarbeiter}}$$

Formel 10: Entwicklungsaufwand pro Mitarbeiter¹⁴²

5.7.5 KPIs zur Beschreibung der Financial Performance

Die Perspektive „*Financial Performance*“ wurde eingeführt, um die operative Budgetplanung zu überwachen und ständig zu verbessern.

$$\text{Budgetabweichungsgrad} = \frac{\text{Budget Soll} - \text{Budget Ist}}{\text{Budget Soll}}$$

Formel 11: Budgetabweichungsgrad¹⁴³

$$\text{Anlagengewinnquote} = \frac{\text{Gewinn}}{\text{Wertverlust} + \text{Modernisierungsaufwand}}$$

Formel 12: Anlagengewinnquote¹⁴⁴

¹⁴¹ vgl. Havighorst, 2006, S. 40

¹⁴² vgl. ebenda, S. 41

¹⁴³ Norm: VDI 2893:2006, S. 25

¹⁴⁴ ebenda, S. 33

5.7.6 KPIs zur Beschreibung der Risk Performance

„*Risk Performance*“ ist ein sehr wichtiges Thema in der Organisation, denn dadurch wird die Sicherheit der Mitarbeiter am Arbeitsplatz gewährleistet. Ziel ist es, die jährlichen Arbeits- und Beinahe-Unfälle zu minimieren und ein effektives Gesundheits- und Sicherheitsprogramm zu etablieren.

$$\text{Arbeitssicherheit} = \frac{\text{Summe Verletzungen bzw. Unfälle}}{\text{Jahr}}$$

Formel 13: Arbeitssicherheit¹⁴⁵

$$\text{Unfall – Ausfallzeit} = \frac{\text{Zahl der durch Unfall bedingten Ausfalltage}}{\text{Anzahl der Arbeitstage}}$$

Formel 14: Unfall-Ausfallzeit¹⁴⁶

¹⁴⁵ ebenda

¹⁴⁶ vgl. Ossala-Haring, 2006, S. 535

6 Modellbewertung

Nach der Modellvorstellung und –entwicklung, sowie seiner Umsetzung auf eine Beispielanlage, kann in diesem Kapitel das Modell ein paar bewertenden Betrachtungen unterzogen werden. Ziel dieses Kapitels ist es, zu evaluieren, ob das Modell die in Kapitel 3 definierten Anforderungsparameter erfüllt hat, und ob es in der Realität arbeitsfähig ist.

In Kapitel 4 wurde ein allgemeines Modell entwickelt, welches fähig sein soll, sich innerhalb ein bestehendes Asset Management System einer Einseilumlaufbahn integrieren lassen zu können, und dadurch die Software zur Planung, Koordinierung und Überwachung aller anlagenspezifischer Tätigkeiten umfassend unterstützen und gleichzeitig erweitern zu können. Dieses Modell wurde in Kapitel 5 beispielhaft innerhalb eines solches Asset Management Systems integriert. Basierend auf dieser Umsetzung kann in diesem Kapitel die Modellbewertung angestellt werden. Für die Bewertung werden die in Kapitel 3 ursprünglich definierten Modellanforderungen herangezogen und einer kritischen Bewertung unterzogen. Erfüllt das Modell die definierten Anforderungen, kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die Modellentwicklung und -integration erfolgreich war.

6.1 Bewertungskriterien

In Kapitel 3 wurden mehrere Kriterien definiert, welche das Modell erfüllen soll. An dieser Stelle werden sie für die Bewertung herangezogen und näher diskutiert. Ziel ist es, zu beurteilen, inwieweit das Modell die gesetzten Anforderungen erfüllt. Um dem Leser noch einmal die erwähnten Anforderungsparameter ins Gedächtnis zu rufen, wird die in Kapitel 3 gezeigte Abbildung, in der die Parameter stichwortartig zusammengefasst wurden, noch einmal angeführt.

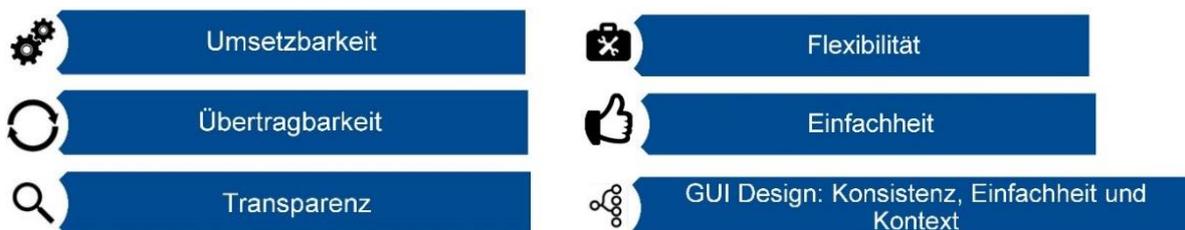


Abbildung 41: Zusammenfassung der Modellanforderungen

6.2 Validierung des allgemeinen Modells

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde ein Modell vorgestellt, welches fähig ist, die Betriebsführung im Bereich von seilgezogenen Transportmitteln unterstützen zu können, indem in die Software zur Unterstützung des Asset Management Systems eine grafische Benutzeroberfläche implementiert wird. Das Modell stellt ein Tool dar, welches zur Überwachung und Steuerung aller Prozesse im Rahmen der Betriebsführung verwendet werden kann. Es bietet jederzeit eine aktuelle und umfassende Grundlage für Entscheidungs- und Steuerungstätigkeiten. Das Modell wurde so konzipiert, dass es auf Einseilumlaufbahn-Systeme angewendet werden kann, oder auch auf Systeme, welche ähnliche technische Komponenten wie Einseilumlaufbahnen aufweisen. Die Arbeitsweise des Modells hat sich nach der Umsetzung auf die Einseilumlaufbahn als effektiv erwiesen. Es wurde während der Modellentwicklung darauf geachtet, sie so einfach wie möglich zu gestalten, um für den Benutzer eine möglichst gut strukturierte und intuitive grafische Benutzeroberfläche zur Verfügung stellen zu können, und ihn bei Managemententscheidungen möglichst optimal unterstützen zu können.

Im Folgenden werden die allgemeinen Bewertungskriterien aus Punkt 6.1 näher beleuchtet. Es sei erwähnt, dass zuerst auf die Modellbewertung unabhängig von der betrachteten Beispielanlage eingegangen wird. Bezüglich der praktischen Umsetzung des Modells werden am Ende des Kapitels ein paar kritische Betrachtungen angestellt.

6.2.1 Übertragbarkeit auf weitere Projekte

Während der Modellentwicklung wurde sehr viel Wert darauf gelegt, dass sich das Modell schnell auf neue Projekte umsetzen lassen kann. Aus diesem Grund wurden die Visio-Icon-Bibliothek und die Excel-Dokumentenübersicht entwickelt. Somit kann innerhalb weniger Schritte das Modell auf neue Projekte umgesetzt werden. Zusammengefasst lauten die Schritte:

- Anpassung der interaktiven Grafiken
- Anpassung der Dokumentenübersicht – eventuell muss sie um noch nicht vorhandene Dokumente ergänzt werden
- Anpassung des Master Layouts an eventuelle Änderungen in der Dokumentenstruktur

Die Effektivität der Visio Icon Bibliothek – und somit die Anpassbarkeit der interaktiven Grafiken – wurde im Rahmen dieser Arbeit getestet, indem die Bibliothek dazu verwendet wurde, die Anlagenstruktur einer vergleichbaren Einseilumlaufbahn abzubilden. Die Entwicklungszeit wurde als Bewertungskriterium herangezogen, weil

die Umsetzbarkeit auf weitere Anlagen schnell vorstatten gehen soll, und die Entwicklung einer neuen grafischen Anlagenstruktur, wie sie in Anhang 8.3 vorgestellt wurde, einen der zeitaufwendigsten Schritte darstellt.

Der benötigte Zeitaufwand für das Design der neuen Struktur betrug ungefähr 1,5 Arbeitstage. Unter der Voraussetzung, dass alle Informationen, welche für das Design der Struktur notwendig sind, vorhanden sind – und diese Voraussetzung darf bei einem Seilbahnproduzenten durchaus angenommen werden – kann somit davon ausgegangen werden, dass die Entwicklungszeit für weitere Anlagen ähnlich lange dauern wird.

Durch die Einführung des Visio-Masterlayouts, welches für alle Bahnsysteme gleich ist, und der Excel-Dokumentenübersicht, welche alle für die Betriebsführung notwendigen Dokumente enthält (inklusive der Anmerkung, ob sie für die betrachtete Anlage anwendbar oder nicht anwendbar sind) wird gewährleistet, dass auch das grundlegende Layout der Benutzeroberfläche und die vorhandenen Dokumente innerhalb kurzer Zeit angepasst werden können.

Eine Auflistung der erforderlichen Anpassungsvorgänge inklusive dem geschätzten Zeitaufwand wird in Tabelle 3 gegeben.

Tabelle 3: Schätzung der Anpassungszeit für weitere Projekte

Vorgang	Geschätzte Anpassungszeit
Design einer neuen grafischen Komponentenübersicht	10 Stunden
Erstellung der restlichen interaktiven Grafiken	7 Stunden
Anpassung der Dokumentenübersicht	4 Stunden
Anpassung des Master Layouts an eventuelle Änderungen in der Dokumentenstruktur	2 Stunden
Gesamte Änderungszeit	23 Stunden

Es wird eine Änderungszeit von 23 Arbeitsstunden geschätzt, um das Modell auf weitere Einseilumlaufbahnen umsetzen zu können. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass die angegebene Zeit die Aufbereitung und das Einpflegen der einzelnen Datensätze nicht berücksichtigt. Eine zutreffende Aussage über den Zeitbedarf dieses Vorganges kann an dieser Stelle noch nicht getroffen werden, weil die Anzahl der tatsächlich vorliegenden Dokumente und der Zeitaufwand für das Einpflegen eines einzelnen Dokumentes noch nicht eingeschätzt werden kann.

6.2.2 Modelltransparenz und –flexibilität

Zur Gewährleistung einer positiven Benutzererfahrung muss das Modell so transparent wie möglich gehalten sein. Zudem soll es noch die Veränderlichkeit des Seilbahnsystems über seine Lebensdauer widerspiegeln.

Die Transparenz ist zum einen durch die eingeführten Dokumentenkategorien gegeben, welche so einfach wie möglich gehalten wurden. Die Kategorien haben das Ziel, die QCP-Struktur in das Modell zu integrieren und gleichzeitig zu ermöglichen, dass jedes einzelne Dokument schnell gefunden werden kann. Zum anderen trägt die vorgestellte Assistenzfunktion zu zusätzlicher Transparenz bei, indem sie bei jedem Interaktionsschritt Hilfestellung anbietet, wenn es der Benutzer benötigt.

Gemeinsam tragen die Dokumentenkategorien und die Assistenzfunktion zu einer gut strukturierten, intuitiven und selbsterklärenden grafischen Benutzeroberfläche bei.

Das Modell soll zudem noch über die Lebensdauer der Einseilumlaufbahn veränderlich sein, sodass es sich anpassen kann, wenn eventuelle Veränderungen am Bahnsystem vorgenommen werden müssen. Hier bietet die Visio Icon-Bibliothek eine schnelle und einfache Lösung an. Mit ihnen wird gewährleistet, dass die interaktiven Grafiken in einem entsprechenden Editor rasch und einfach angepasst werden können. Zudem ermöglichen es die dementsprechenden Buttons im Visio-Master Layout, dass bei Bedarf zu jedem Zeitpunkt Dokumente oder Dokumentenkategorien hinzugefügt werden können – vorausgesetzt der User verfügt über die erforderlichen Rechte.

6.2.3 Modellkomplexität

Das in dieser Arbeit vorgestellte Modell muss so einfach wie möglich gestaltet werden, um eine zuverlässige Arbeitsweise zu jedem Zeitpunkt garantieren, und Fehler schnell aufdecken und eliminieren zu können.

Die Modellkomplexität wurde so gering gehalten, dass innerhalb weniger Klicks jedes gewünschte Dokument erreicht, bearbeitet und gelöscht werden kann. Außerdem garantieren die entwickelten Visio Icons eine allgemeine Verständlichkeit und versuchen dadurch, Sprachbarrieren zu überbrücken. Dies stellt sicher, dass die Benutzeroberfläche mit wenig Aufwand in andere Sprachen übersetzt werden kann. Des Weiteren können die vorgestellten interaktiven Grafiken mithilfe der Visio Icons schnell und unkompliziert an Änderungen angepasst werden.

Wie im vorherigen Bewertungspunkt tragen auch hier die eingeführten Dokumentenkategorien und die Assistenzfunktion zur Zielerfüllung bei, denn die Transparenz eines Modells wirkt auch der Komplexität entgegen. Mithilfe der Dokumentenkategorien können alle Dokumente schnell und einfach gefunden werden

und die Assistenzfunktion bietet wiederum Hilfestellung und ausreichend Kontextinformationen an.

6.2.4 GUI Design

Zusätzlich zu den in Kapitel 3 definierten Anforderungen an das Modell wurden im Abschnitt 2.4 noch Parameter vorgestellt, welche für ein gutes Design der grafischen Benutzeroberfläche gefordert werden. Die drei Kriterien sind:

- Konsistenz
- Einfachheit
- Kontext

An dieser Stelle wird näher beleuchtet, ob die entwickelte Oberfläche diese drei Eigenschaften aufweist.

- **Konsistenz:** Laut Kapitel 2.4 gelten grafische Benutzeroberflächen als konsistent, wenn für einen Button nicht zwei unterschiedliche Bezeichnungen existieren, oder eine Bezeichnung nicht auf unterschiedliche Arten aufgefasst werden kann. Außerdem muss vor der Durchführung von nicht-reversiblen Aktionen eindeutig darauf hingewiesen werden, dass der Vorgang nicht mehr rückgängig gemacht werden kann.

Das Modell weist beide Eigenschaften auf. Auf die Vermeidung von doppeldeutigen Buttons wurde besondere Aufmerksamkeit gelegt, zusätzlich verhindern die grafischen Icons, dass Bezeichnungen falsch interpretiert werden können. Des Weiteren wird durch die Assistenzfunktion gewährleistet, dass nicht-reversible Aktionen erst nach Benutzereingabe durchgeführt werden. Die Navigationspfeile tragen zu zusätzlicher Konsistenz bei, indem sie ermöglichen, dass alle durchgeführten reversiblen Aktionen wieder rückgängig gemacht werden können. Der Home Button stellt außerdem sicher, dass die GUI zu jedem Zeitpunkt wieder in seinen Anfangszustand übergeführt werden kann.

- **Einfachheit:** eine einfach gehalten GUI erleichtert die Bedienung enorm. Es gilt der Grundsatz „weniger ist mehr“. Deshalb muss darauf geachtet werden, dass selten benötigte Funktionen die Oberfläche nicht optisch überladen. Gleichzeitig darf allerdings die Oberfläche nicht zu stark vereinfacht werden, da sonst das Gegenteil bei der Bedienung eintritt.

Eine Funktion, welche enorm zur Einfachheit der Oberfläche beiträgt, ist die Tooltipp Funktion. Sie ermöglicht, dass die GUI nicht mit Informationsfeldern überfüllt wird. Stattdessen werden die Dokumentenbeschreibungen nur dann

angezeigt, wenn sie benötigt werden, ansonsten sind sie in der GUI nicht sichtbar. Weitere Einfachheit wird durch die Anordnung der einzelnen Dokumente in einer Baumstruktur gewährleistet (siehe Kapitel 4.2.3). Sie ermöglicht, dass Dokumente in den Unterkategorien nach Belieben ein- und ausgeblendet werden können.

Außerdem wurde schon erwähnt, dass pro Unterkategorie nie mehr als 7 ± 2 Dokumente hinterlegt sind. Dies trägt zusätzlich dazu bei, dass das Modell nicht überladen wirkt.¹⁴⁷

- **Kontext:** Bei jeder Interaktion zwischen Mensch und Benutzeroberfläche muss der Benutzer mit genügend Kontextinformationen versorgt werden, damit er sich nie verloren fühlt. Dies wird durch die Assistenzfunktion gewährleistet. Sie führt den Benutzer durch die Oberfläche, weist ihn auf falsche Eingaben hin und verlangt von ihm eine Erlaubnis, wenn nicht-reversible Aktionen durchgeführt werden.

6.3 Kritische Würdigung der praktischen Umsetzung

Nach der Bewertung des allgemeinen Modells kann an dieser Stelle etwas näher auf die Modellumsetzung eingegangen werden. Ziel dieses Abschnitts ist es, zu evaluieren, ob die Umsetzung des Modells auf die betrachtete Beispiel-Einseilumlaufbahn im Rahmen dieser Diplomarbeit erfolgreich war, und ob das umgesetzte Modell arbeitsfähig ist.

In Kapitel 5 wurde das entwickelte Modell innerhalb des Asset Management Systems einer Einseilumlaufbahn als Projektbeispiel umgesetzt. Nach der Sammlung und Kategorisierung aller für den Betrieb einer Einseilumlaufbahn benötigten Dokumente, wurde eine eigens entwickelte Bibliothek an Visio Icons vorgestellt, welche für das schnelle, effiziente und standardisierte Design von interaktiven Grafiken verwendet werden kann. Die Bibliothek wurde dazu verwendet, um beispielhaft zwei interaktive Grafiken für die betrachtete Seilbahn zu erstellen: Die graphische Komponentenübersicht und das Organigramm wurden vorgestellt (Siehe Anhang 8.3). Anschließend ergab die Zusammenführung der drei „Modellsäulen“ (QCP, Dokumentenübersicht und das Visio Oberflächenkonzept) die grafische Benutzeroberfläche, welche in das Asset Management System der betrachteten Anlage implementiert werden kann.

Die Umsetzung der grafischen Benutzeroberfläche in die betrachtete Beispiel-Einseilumlaufbahn kann als erfolgreich angesehen werden, weil alle Zielparameter

¹⁴⁷ vgl. Rees, White, et.al, 2001, S. 59

erfüllt wurden. Es wurde eine grafische Benutzeroberfläche entwickelt, die das Management und die Planungsaktivitäten innerhalb der Einseilumlaufbahn unterstützt und es ermöglicht, alle für die Betriebsführung benötigten Dokumente übersichtlich und gut strukturiert an einem einzigen Ort ablegen zu können. Die grafischen Icons überbrücken Sprachbarrieren und ermöglichen dadurch ein interkulturelles Verständnis. Außerdem garantieren die interaktiven Grafiken, dass alle Dokumente schnell, mit nur wenigen Klicks, gefunden werden können. Für den Fall, dass der Benutzer nicht weiß, an welchem Ort sich das gewünschte Dokument befindet, wurde eine Suchfunktion vorgestellt, die die komplette Datenbank durchsuchen kann.

Die Einführung der Dokumenten-Haupt- und -Unterkategorien kann ebenfalls als erfolgreich betrachtet werden, weil pro Unterkategorie nie mehr als 9 Dokumentenarten gleichzeitig angezeigt werden. Daraus ergibt sich aus psychologischer Sicht ein Vorteil, denn das Kurzzeitgedächtnis von Menschen besitzt eine Kapazität von 7 ± 2 Informationsstücken.¹⁴⁸ Wird diese Anzahl an gleichzeitig angezeigten Dokumenten nicht überschritten, ist eine gute Übersichtlichkeit gegeben. Der Benutzer kann die Informationen gut erfassen und sich schnell erinnern, unter welcher Kategorie welche Dokumente abgespeichert wurden.

6.4 Zusammenfassung

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass im Rahmen dieser Diplomarbeit ein Modell entwickelt wurde, welches fähig ist, die vorgestellte Problemstellung bewältigen zu können. Alle in Kapitel 3 definierten Anforderungen an das Modell konnten erfüllt werden und die Umsetzung des allgemeinen Modells auf eine beispielhafte Einseilumlaufbahn kann ebenfalls als erfolgreich angesehen werden.

Am Ende dieses Kapitels werden die Ergebnisse der Bewertung noch einmal in einer Tabelle stichwortartig zusammengefasst, um einen kurzen Überblick über alle genannten Bewertungspunkte zu geben.

¹⁴⁸ vgl. Rees, White, et.al, 2001, S. 59

Tabelle 4: Zusammenfassung der Modellbewertung

Kriterium		Bewertung
Umsetzbarkeit auf weitere Projekte		Umsetzungsdauer: ca. 23 Stunden
Modelltransparenz und -flexibilität		Gegeben durch Visio Icons, Dokumentenkategorien und Assistenzfunktion
Modellkomplexität		Einfachheit wird gegeben durch Visio Icons, Dokumentenkategorien und Assistenzfunktion
GUI Design	Konsistenz	Gegeben durch: <ul style="list-style-type: none"> • Navigationspfeile • Eingabeaufforderung bei nicht-reversiblen Aktionen • Home-Button
	Einfachheit	Selten benötigte Funktionen werden ausgeblendet, wenn sie nicht benötigt werden: <ul style="list-style-type: none"> • Tooltipp Funktion • Dokumenten-Baumstruktur Nie mehr als 7 ± 2 Dokumente werden pro Unterkategorie angezeigt
	Kontext	Die Assistenzfunktion begleitet den Benutzer durch die Oberfläche
Modellumsetzung in das betrachtete System		Zielparame-ter aus Kapitel 1.2 konnten erfüllt werden

7 Abschließende Betrachtungen

Am Ende dieser Arbeit werden ein paar Abschlussbetrachtungen angestellt. Nach einer kurzen Zusammenfassung der Diplomarbeit wird eine Aussicht für weiterführende Projekte gegeben, welche aufbauend auf der vorgestellten Arbeit durchgeführt werden können.

7.1 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde ein Vorgehensmodell zur Integration einer grafischen Benutzeroberfläche innerhalb eines Asset Management Systems einer Einseilumlaufbahn vorgestellt.

Nach einer umfangreichen Literaturrecherche konnte ein Überblick über die grundlegenden Themengebiete gegeben werden. Anschließend wurden Parameter definiert, welche das entwickelte Modell erfüllen muss. Aufbauend darauf konnte mit der Praxis-Arbeit begonnen werden.

Als erster Schritt zur Entwicklung des allgemeinen Modells mussten alle Dokumente, Verträge, Prozesse, Berichte, etc. gesammelt werden, welche für die Betriebsführung einer Einseilumlaufbahn benötigt werden. Anschließend konnte die Kategorisierung stattfinden. Wichtig bei der Kategorisierung war, dass die einzelnen Dokumente dem Unternehmens-Quality Control Plan zugeordnet werden können, um immer zu wissen, welches Dokument auf welche Weise den QCP beeinflussen kann. Dadurch erhält man ein Instrumentarium an Stellschrauben, um den QCP aktiv beeinflussen und das Management der Einseilumlaufbahn bewusst steuern zu können. Dies ergab den ersten Anhaltspunkt zur sinnvollen Ausgestaltung der Kategorien.

Anschließend daran konnte begonnen werden, Icons in MS Visio zu entwickeln. Die Icons wurden später dazu verwendet, per Drag & Drop interaktive Grafiken zu erstellen, welche in das Modell integriert wurden. Die interaktiven Grafiken sind ein grundlegender Teil der grafischen Benutzeroberfläche. Sie dienen dazu, Abbildungen der Anlagen- und Organisationsstruktur in die Oberfläche einzubinden. Hinter den einzelnen Icons können Dokumente hinterlegt werden. Dadurch können Dokumente, welche sich auf spezifische Teile oder Personen beziehen, schnell und unkompliziert abgerufen, gespeichert und bearbeitet werden.

Nach der Entwicklung der Icons und den interaktiven Grafiken wurde ein Master Layout entwickelt, um den grafischen Aspekt der Benutzeroberfläche widerzuspiegeln. Das Master Layout wurde ebenfalls mithilfe von MS Visio entwickelt und dient dazu, einen

Rahmen für die grafische Anordnung der Dokumentenkategorien und interaktiven Grafiken innerhalb der Oberfläche zu bieten.

Schlussendlich wurden die kategorisierten Dokumente, die interaktiven Grafiken, das Master Layout und der QCP zu einer gut strukturierten grafischen Benutzeroberfläche zusammengeführt. Anschließend wurde das vorgestellte Modell anhand einer beispielhaften Einseilumlaufbahn umgesetzt und einige grundlegende Funktionen der Oberfläche wurden vorgestellt. Abschließend fand die Modellbewertung anhand im Vorhinein definierter Zielparameter statt.

Kurz zusammengefasst: das Modell ist einfach, flexibel anpassbar auf Veränderungen, transparent und sehr gut umsetzbar auf weitere vergleichbare Seilbahnsysteme. Somit stellt diese Diplomarbeit eine Lösung vor, welche nicht nur für das betrachtete Beispiel gültig ist, sondern auch für weitere vergleichbare Systeme adaptiert werden kann.

7.2 Ausblick

Abschließend werden ein paar mögliche Projekte für die Zukunft vorgestellt, welche aufbauend auf dieser Diplomarbeit und unter Berücksichtigung des technologischen Fortschritts realisiert werden könnten.

7.2.1 Systemerweiterung auf APMs und 3S-Bahnen

Derzeit ist die Anwendung der grafischen Benutzeroberfläche auf Einseilumlaufbahnen eingeschränkt. Da DCC aber nicht nur mit Einseilumlaufbahnen arbeitet, sondern auch mit 3-Seil Systemen und Automated People Mover (APMs), macht es durchaus Sinn, eine Systemerweiterung auf die entsprechenden Bahnen durchzuführen. Die Systemerweiterung betrifft größtenteils die Icon-Bibliothek, da sie um Teile für 3S-Bahnen und APMs erweitert werden müssen. Das Dokumentenmanagement Excel-File erfordert ebenfalls eine Weiterentwicklung, da die Betriebsführung von 3S Systemen und APMs sicherlich nicht exakt dieselben Dokumente erfordert, wie die Betriebsführung einer Einseilumlaufbahn.

7.2.2 Mobilisierung der Software via Smartphone/Tablet

Ein weiteres Anschlussprojekt an diese Arbeit ist die Mobilisierung der Oberfläche mittels Tablets und Smartphones. Es können Apps für Android und Apple Geräte entwickelt werden, die es zB. dem Wartungspersonal vor Ort ermöglichen, alle

benötigten Informationen wie Wartungspläne, Manuals oder tägliche Checklisten abzurufen. Gleichzeitig ermöglicht die App auch die ständige Kommunikation mit der Zentrale. So können zB. auftretende Fehler sofort mittels Foto-, Video-, oder Tonaufnahmen dokumentiert und versendet werden oder Checklisten abgehakt werden. Die Informationen werden an einen zentralen Server gesendet, gespeichert und aufgearbeitet. Dadurch wird es dem Management ermöglicht, die laufenden Prozesse in Echtzeit verfolgen zu können.

7.2.3 Implementierung von Schnittstellen zur Verwendung von Virtual Reality Geräten

Ein Schritt weiter als „nur“ die Entwicklung von Android und Apple Applikationen geht in Richtung Virtual Reality. Mit der Oculus Rift Brille, welche im ersten Quartal 2016 auf den Markt kommt, beginnt ein neues Zeitalter in Sachen Virtual Realit.¹⁴⁹ Nicht nur für die Unterhaltungsszene eröffnen sich dadurch komplett neue Möglichkeiten, die Anwendung kann auch für Instandhaltungs- und Wartungsaktivitäten durchaus nützlich sein. Statt mit einem Tablet oder Smartphone, welches eine Hand blockiert, kann das Personal mit Brillen ausgestattet werden, die alle benötigten Informationen direkt in das Sichtfeld projizieren. Der Blick muss nicht ständig zwischen Arbeitsaufgabe und Bildschirm wechseln, dadurch werden die Augen weniger belastet und das Personal ermüdet langsamer. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit von Virtual Reality Geräten ergibt sich im Bereich der Mitarbeiterschulung. Die Mitarbeiter können dadurch unter realitätsnahen Bedingungen Übungen durchführen und gewisse Szenarien, wie zB. Arbeiten in Notfällen oder während Unwettern, durchspielen.

7.2.4 Weitere Verwendung der grafischen Komponentenübersicht

Im Laufe der Arbeit stellte sich heraus, dass die grafische Darstellung der Anlagenstruktur, wie sie in Anhang 8.3 vorgestellt wird, neben der Einbindung in die Benutzeroberfläche auch für weitere Anwendungsgebiete verwendet werden kann, welche an dieser Stelle kurz erwähnt werden.

- Unterstützung von Mitarbeiterschulungen: ein Teil der Problemstellung ist, dass es dem Kunden aufgrund der steigenden Komplexität der Anlage zunehmend schwerer fällt, den Betrieb und die Wartung der Anlage selber zu übernehmen. Aus diesem Grund muss der Hersteller immer öfter neben seiner Herstellerfunktion auch eine Servicefunktion anbieten. Schulungen der örtlichen

¹⁴⁹ vgl. Homepage Oculus, 2015

Mitarbeiter sind ein grundlegender und wichtiger Bestandteil der Servicefunktion. Die grafische Darstellung der Anlagenstruktur kann hier dabei helfen, ein grundlegendes Verständnis für die Funktionsweise einer Einseilumlaufbahn zu vermitteln und aufzeigen, wie einzelne Bauteile miteinander vernetzt sind.

- **Verbesserte Aktivitätenplanung:** Die grafische Anlagenstruktur kann dazu beitragen, schnell Pläne – zB. für Wartungsaktivitäten – aufzustellen, bei denen die Arbeitspakete optimal örtlich zusammen gefasst sind. Dadurch müssen die Mitarbeiter weniger Weg zwischen zwei Arbeitsstellen zurücklegen und können ihre Arbeitszeit effizienter nutzen.
- **Verbesserte Erkennung von Fehlerausmaßen und Konsequenzen:** Die Mitarbeiter müssen unterstützt und gefördert werden mit dem Ziel selbständig Fehler erkennen und ihr Ausmaß abschätzen zu können. Dadurch können sie Konsequenzen einschätzen und im Notfall die richtigen Prioritäten setzen. Die grafische Struktur kann das Personal insofern unterstützen, indem sie besser erkennen können, welche Teile miteinander agieren, was für Auswirkungen Fehler haben können und wie sich die Fehlerausbreitung entwickeln kann.

8 Anhang

8.1 Quality Control Plan des Herstellers

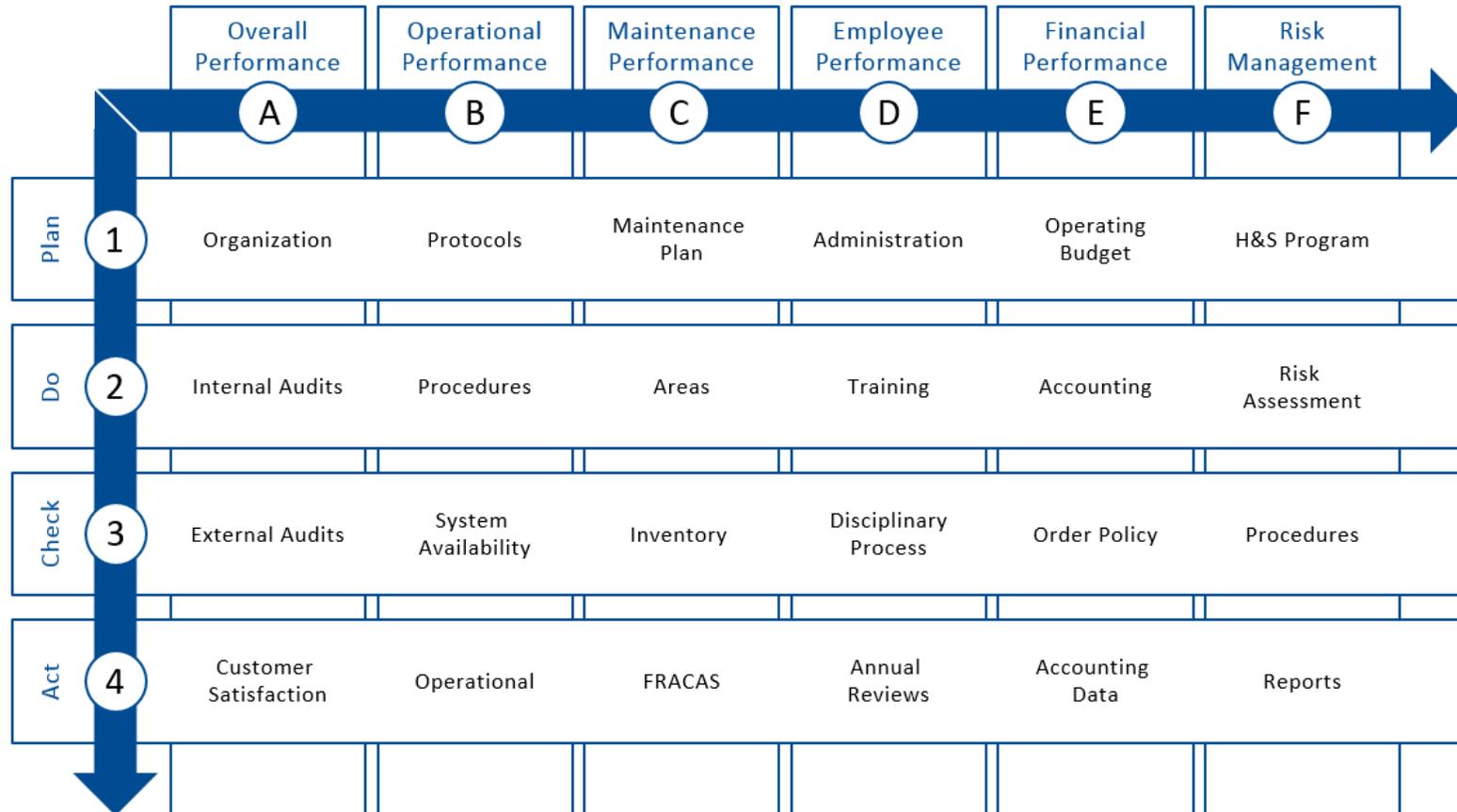


Abbildung 42: Quality Control Plan-Schema von Doppelmayr Cable Car

8.2 Dokumentenübersicht

Die nachfolgende Tabelle bietet einen Ausschnitt von Dokumenten, welche für die Betriebsführung einer Einseilumlaufbahn notwendig sind. Aus Platzgründen wurden nicht alle Dokumente eingefügt, sondern nur eine zusammengefasste Auswahl.

QCP Ref.	QCP Section	QCP Step	Title	Document Category	Description	Status	Revision of last approved file	Date	Author
A1	A - Overall Performance	1 - Plan	Organisational Chart	Document	A diagram that outlines the internal structure of a company or an organisation. It explains the roles, responsibilities and relationships between individuals within the organization.	approved			
A1	A - Overall Performance	1 - Plan	Roles and Responsibilities	Document	Roles and Responsibilities help to make a clear job description. They help to clearly communicate each individuals position with its tasks in the organisation and measure their performance by setting KPI's (Key Performance Indicators)	approved			
B1	B - Operational Performance	1 - Plan	System Manuals	Document	A technical communication document intended to give assistance to people using a particular system - provided by the system supplier / manufacturer	approved			
B1	B - Operational Performance	1 - Plan	Drawings	Document	Drawings, providing more details of components and sub-assemblies - supporting maintenance instructions and communication with engineering and after sales department	approved			
B4	B - Operational Performance	4 - Act	Management Report	Report	A Report, which includes the most important metrics regarding the system performance and maintenance jobs	approved			
B4	B - Operational Performance	4 - Act	Operational Logs	Report	A document that describes all operational details during one day, including wheather conditions, operating hours, personnel on duty, operating speeds and downtime events	approved			

C1	C - Maintenance Performance	1 - Plan	Maintenance Schedule	Document	A List of planned maintenance activities, including triggers like - dates - operating hours - cycles	approved			
C2	C - Maintenance Performance	2 - Do	preventive Maintenance Procedure	Procedure	All activities for the Inspection of the proper function of equipment and replacement of parts before they break down	approved			
C4	C - Maintenance Performance	4 - Act	Preventive Maintenance Report	Report	A report that documents a preventive maintenance activity. What has been done, where, by whom?	approved			
C3	C - Maintenance Performance	3 - Check	Inventory control of Tools	Procedure	A procedure intended to check, whether the real physical stock of tools conforms with the stock record in the computer system. Usually this is done once per year. A tool is a device for doing work, like hammers, saws, measuring equipment, etc	approved			
D1	D - Employee Performance	1 - Plan	Employee Handbook	Document	A compilation of the policies, procedures, working conditions, and behavioral expectations that guide employee action in a particular workplace. Employee handbooks generally also include information about the company, employee compensation and benefits, and additional terms and conditions of employment	approved			
D1	D - Employee Performance	1 - Plan	Code of conduct	Document	Principles, values, standards, or rules of behaviour that guide the decisions, procedures and systems of an organization in a way that contributes to the welfare of its key stakeholder, and respects the rights of all constituents affected by ist operations	approved			
D1	D - Employee Performance	1 - Plan	Employee overview / list	Document	List of all employees, containing all information - contact data (including emergency contacts) - data of family members as far as necessary - financial data	approved			
D2	D - Employee Performance	2 - Do	Training process	Procedure	All measures taken to improve the staff's skills	approved			

D1	D - Employee Performance	1 - Plan	Employee Contracts	Contract	An agreement entered into between an employer and an employee at the time the employee is hired that outlines the exact nature of their business relationship, specifically what compensation the employee will receive in exchange for specific work performed	approved			
D2	D - Employee Performance	2 - Do	Employee development plan	Document	A plan with the aim to develop employees and help them to acquire new skills	approved			
E1	E - Financial Performance	1 - Plan	Budget plan	Document	A document, which evaluates the companies earnings and expenses and projects the monetary intakes and outtakes for the future.	approved			
E4	E - Financial Performance	4 - Act	Budget Monitoring report	Report	The result of a budget Monitoring procedure is documented in a report. The report contains all non-compliances and possible financial threats	approved			
E2	E - Financial Performance	2 - Do	Life Cycle Costing Update	Procedure	The Life Cycle Costing plan will checked, whether it is still up-to-date, or whether there have been any significant changes, which have to be included into the Life Cycle Costing plan	approved			
F1	F - Risk Management	1 - Plan	H&S policy	Document	Document describing the goals of H&S including effects to other disciplines of the QCP	approved			
F1	F - Risk Management	1 - Plan	H&S plan	Document	A plan for the safety of the workers. It describes mainly what kind of hazards are involved in the project, how they can be overcome and what sort of equipment will be used to overcome the problem.	approved			
F2	F - Risk Management	2 - Do	FMEA	Document	Failure Mode and Effects Analysis: A document, which shows up all possible failures of a part, product or service and assesses the risk of these failures.	approved			
F3	F - Risk Management	3 - Check	Process safety assessment procedure	Procedure	A safety assessment procedure will be applied to a process, to find any weak points and ways to minimize risks	approved			

Tabelle 5: Auszug aus der Dokumentenübersicht

8.3 Interaktive Grafiken

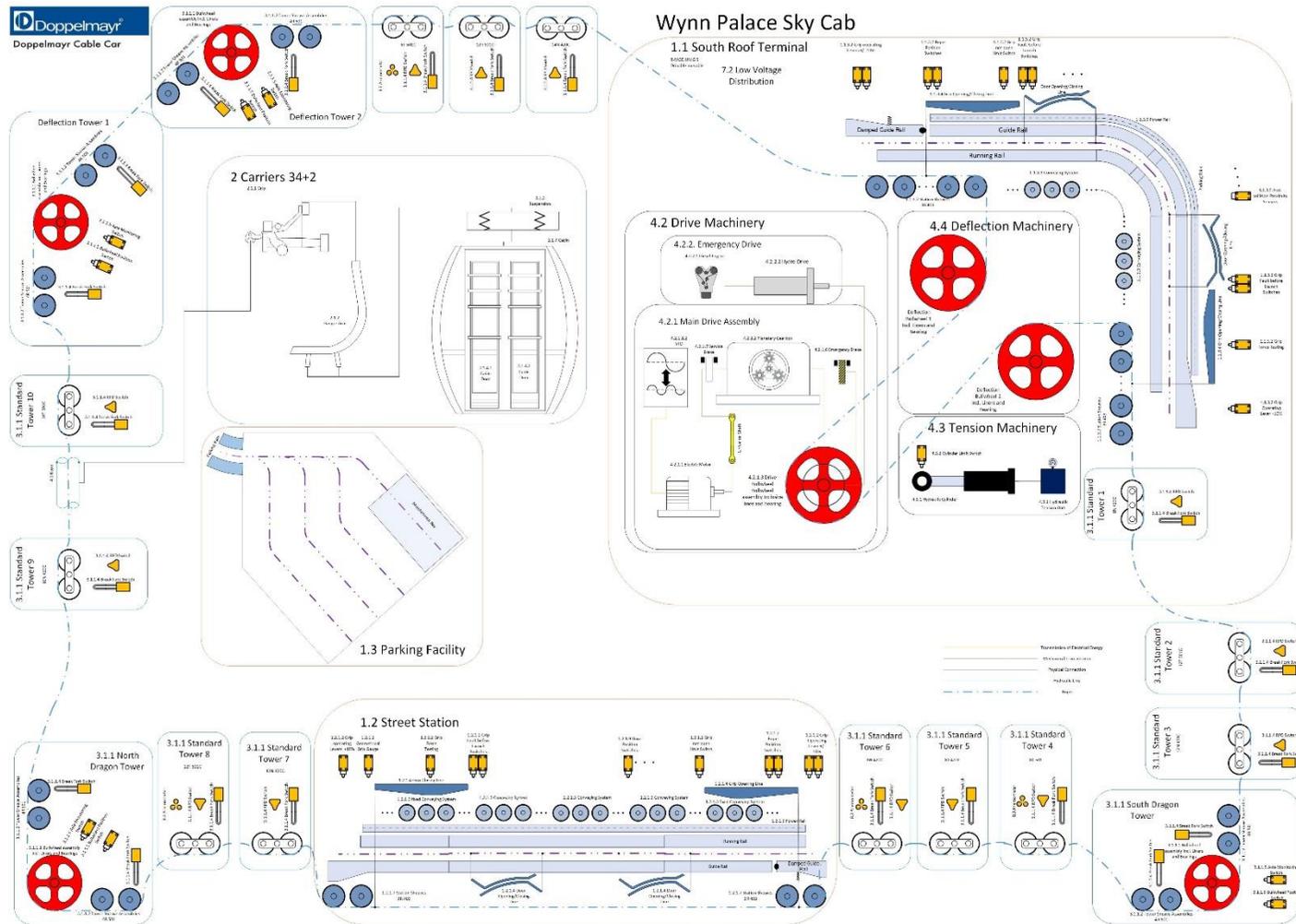
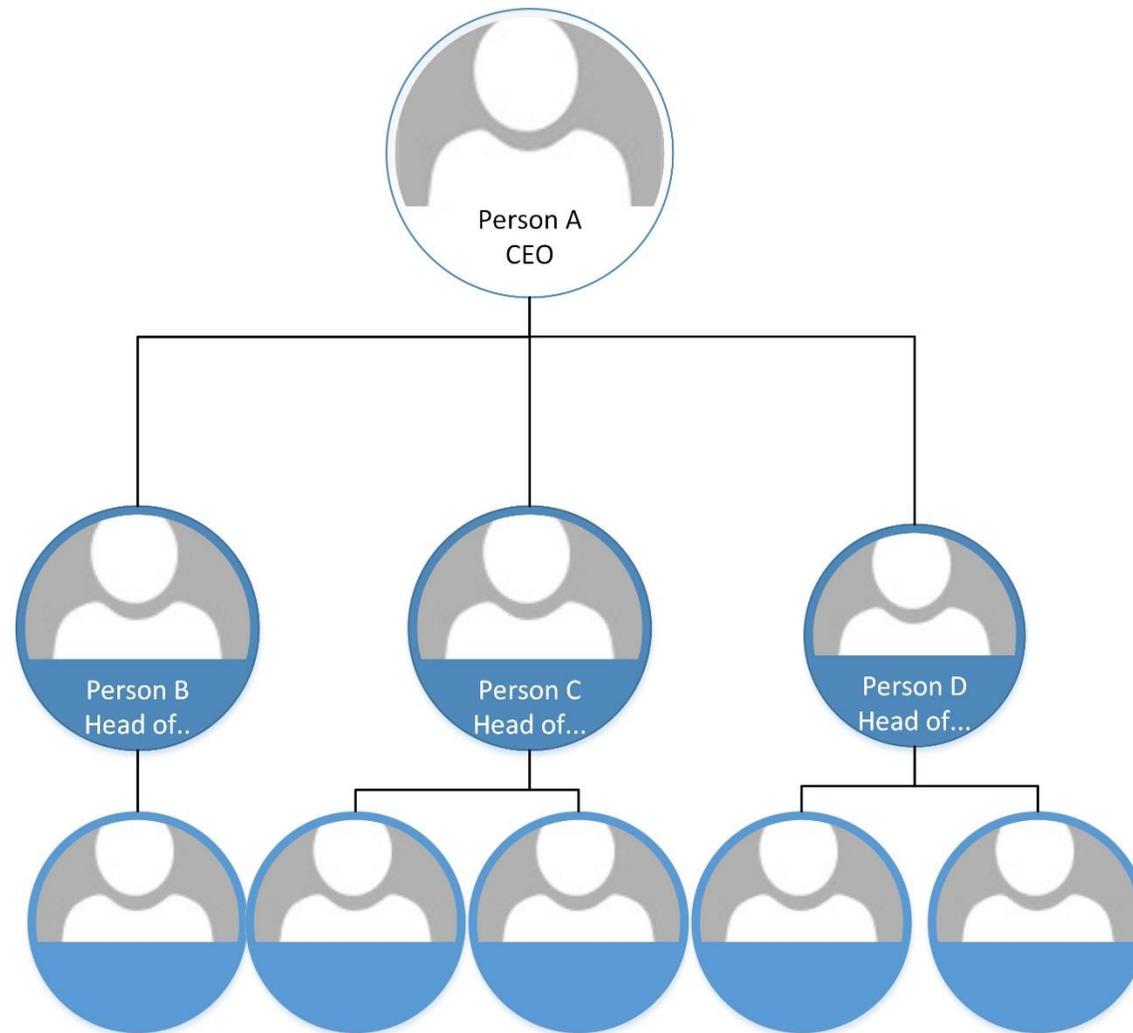


Abbildung 43: Graphische Komponentenstruktur

(Die Abbildung wurde zum Schutz von geistlichen Firmeneigentum vereinfacht)



(diese Abbildung ist ebenfalls vereinfacht und dient nur zur Darstellung des Organigramm-Schemas)

Abbildung 44: Organigramm

8.4 Veranschaulichung der Zusammenfassung aller Modellsäulen

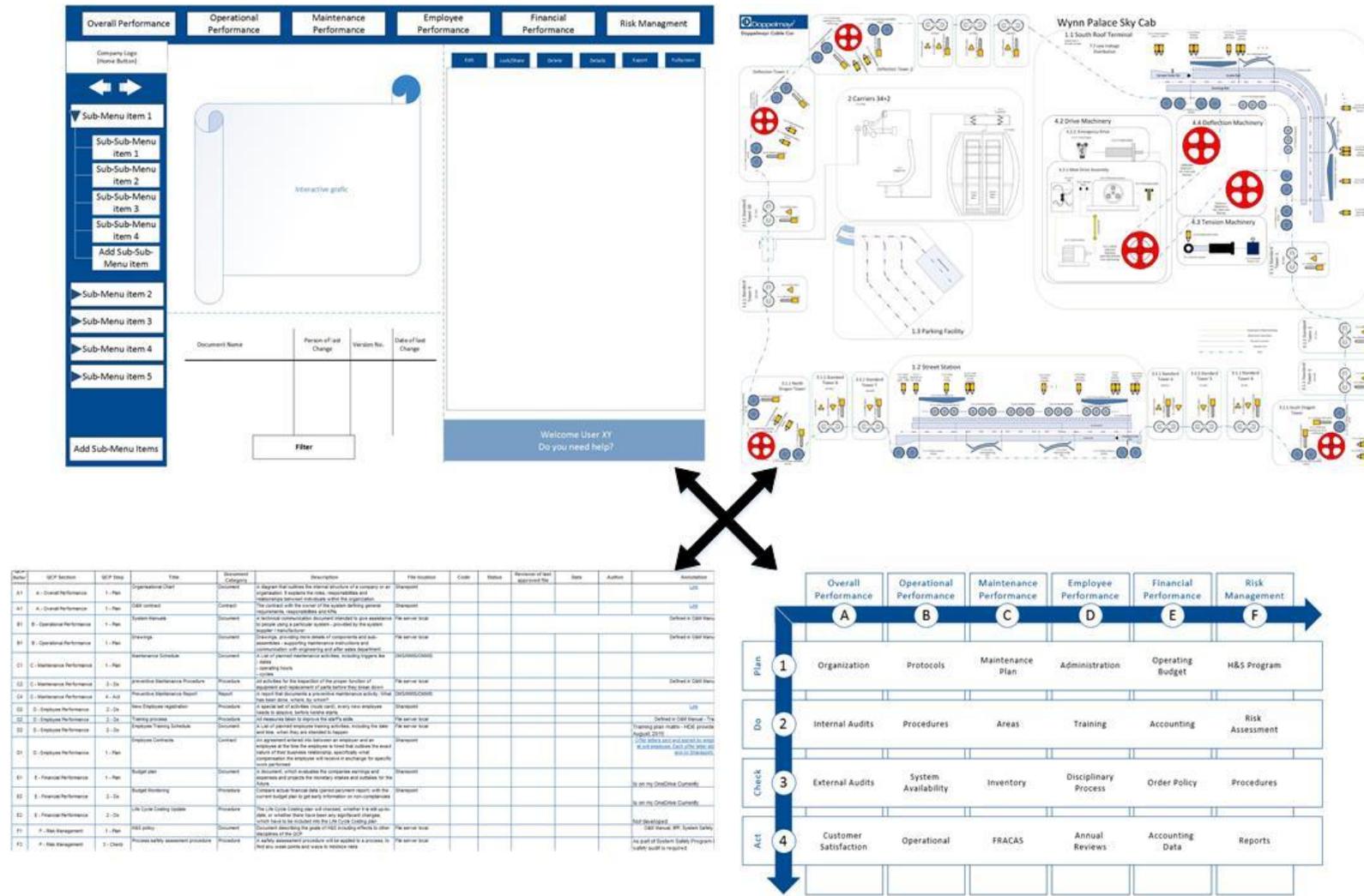


Abbildung 45: Zusammenfassung aller GUI Säule

9 Literaturverzeichnis

Literaturquellen

- Barthélemy, F., Knöll, H., & weitere. (2011). *Balanced Scorecard: Erfolgreiche IT-Auswahl, Einführung und Anwendung: Unternehmen berichten*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Bertsche, B., & Lechner, G. (2004). *Zuverlässigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Bettayeb, B., Bassetto, S., & Sahnoun, M. (2014). Quality control planning to prevent excessive scrap production. *Journal of Manufacturing Systems* 33, S. 400-411.
- Birolini, A. (2007). *Reliability Engineering: Theory and Practice*. Berlin: Springer Verlag.
- Doppelmayr, A. (1998). *Conceptual Inputs for Optimizing the Functional Efficiency of Circulating Monocable Ropeways*. Dornbirn: WIR Public Relations.
- El-Akruti, K., Dwight, R., & Zhang, T. (2013). The strategic role of Engineering Asset Management. *International Journal of Production Economics*, S. 227-239.
- Gautam, A., Vasu, V., & Raju, U. (2014). Human Machine Interface for controlling a robot using image processing. *Procedia Engineering* 97, S. 291-298.
- Gerhard, D. (Wintersemester 2014). *Unterlagen zur Vorlesung Industrielle Informationssysteme*. TU Wien.
- Goldman, T., & Gorham, R. (2006). Sustainable urban transport: Four innovative directions. *Technology in Society* 28, S. 261-273.
- Günthner, W. (2012). *Skriptum zu Vorlesung Seilbahntechnik*. TU München.
- Havighorst, F. (2006). *Personalkennzahlen*. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Henderson, K., Pahlenkemper, G., & Kraska, O. (2014). Integrated Asset Management - An Investment in Sustainability. *Procedia Engineering* 83, S. 448-454.
- Hortal, E., Planelles, D., & weitere. (2015). SVM-based Brain-Machine Interface for controlling a robot arm through four mental tasks. *Neurocomputing* 151, S. 116-121.

- Howard, J. (2013). Get the Picture: Gaining Insight with Data Visualization. *Visualizing Data - A Harvard Business Review Insight Center Report*, S. 30-33.
- Koch, S. (2011). *Einführung in das Management von Geschäftsprozessen: Six Sigma, Kaizen und TQM*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Leonardi, J., Browne, M., & Allen, J. (2012). Before-after assessment of a logistics trial with clean urban freight vehicles: A case study in London. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 39, S. 146-157.
- Lloyd, C. (2010). *Asset Management, Whole-life management of physical assets* (1. Ausg.). London: Thomas Telford Limited.
- Ma, G., & Sun, L. (2012). The Design and Implement of FPSO Assets Management System. *Procedia Environmental Sciences* 12, S. 484-490.
- Matyas, K. (2010). *Taschenbuch Instandhaltungslogistik: Qualität und Produktivität steigern*. München; Wien: Hanser.
- McInerney, G., Chen, M., Freeman, R., & weitere. (2014). Information visualisation for science and policy: engaging users and avoiding bias. *Trends in Ecology & Evolution*, Vol. 29, No. 3, S. 148-157.
- Mehta, B.R., & Reddy, J.Y. (2014). *Industrial Process Automation Systems - Design and Implementation*. Oxford: Elsevier LTD.
- Ossala-Haring, C. (2006). *Handbuch Kennzahlen zur Unternehmensführung: Kennzahlen richtig verstehen, verknüpfen und interpretieren*. Landsberg am Lech: mi-Fachverl., Redline.
- Pawellek, G. (2013). *Integrierte Instandhaltung und Ersatzteillogistik: Vorgehensweise, Methoden, Tools*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Peters, R. (2015). *Reliable Maintenance Planning, Estimating, and Scheduling*. Oxford: Elsevier LTD.
- Pozsgai, P. (2006). *Realitätsnahe Modellierung und Analyse der operativen Zuverlässigkeitskennwerte technischer Systeme*. Universität Stuttgart, Diss.
- Rees, M., White, A. und White, B. (2001). *Designing Web Interfaces*. upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall PTR.
- Reichel, J., Müller, G., & Mandelartz, J. (2009). *Betriebliche Instandhaltung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

- Ruitenbunq, R.J., Braaksma A.J.J., & van Dongen L.A.M. (2014). A multidisciplinary, expert-based approach for the identification of lifetime impacts in Asset Life Cycle Management. *Procedia CIRP* 22, S. 204-212.
- Schenk, M. (2010). *Instandhaltung technischer Systeme: Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Schneider, J., Gaul, A., Neumann, C., & weitere. (2006). Asset management techniques. *Electrical Power and Energy Systems* 28, S. 643-654.
- Schröder, W. (2010). *Ganzheitliches Instandhaltungsmanagement: Aufbau, Ausgestaltung und Bewertung*. Wiesbaden: Gabler.
- Schuh, G., & Kampker, A. (2011). *Strategie und Management produzierender Unternehmen: Handbuch Produktion und Management 1*. Berlin Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Schwarz, O. (2009). Absicherung des Net Promoter Score - die Ermittlung von Konfidenzintervallen mit dem Bootstrap Verfahren. *Der Markt, Vol.48(3)*, S. 105-115.
- Sedivy, P. (2011). *Vorlesung: Seilbahnbau*. TU Graz.
- Stammler, L. (2014). *Vorlesung Seilbahnbau Sommersemester 2014*. TU Wien.
- Stapelkamp, T. (2010). *Interaction- und Interfacedesign: Web-, Game-, Produkt- und Servicedesign Usability und Interface als Corporate Identity*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Witkowski, J., & Kiba-Janiak, M. (2012). Correlation between city logistics and quality of life as an assumption for referential model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 39, S. 568-581.
- Witkowski, J., & Kiba-Janiak, M. (2014). The Role of Local Governments in the Development of City Logistics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 125, S. 373-385.
- Zühlke, D. (2012). *Nutzergerechte Entwicklung von Mensch-Maschine-Systemen: Useware-Engineering für technische Systeme*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Online Quellen

BBC Homepage: Abgerufen am 20.11.2015 von <http://www.bbc.com/news/business-17919002>

Biography.com: Abgerufen am 6.7.2015 von <http://www.biography.com/people/steve-wynn-201198#synopsis>

Free-Six-Sigma.com: Abgerufen am 05.08.2015 von <http://www.free-six-sigma.com/quality-control-plan.html>

Glinz, M.: *Vorlesung: Einführung in die Modelltheorie*. Abgerufen am 07.07.2015 von https://files.ifi.uzh.ch/verg/amadeus/teaching/courses/inf_II_fs10/inf_II_kapitel_02.pdf

Homepage Oculus: Abgerufen am 28.10.2015 von <https://www.oculus.com/en-us/rift/>

PricewaterhouseCoopers: Abgerufen am 13.07.2015 von http://www.pwc.com/gx/en/audit-services/corporate-reporting/assets/pdfs/UK_KPI_guide.pdf

Quality Magazine: Abgerufen am 04.08.2015 von <http://www.qualitymag.com/blogs/14-quality-blog/post/92190-seven-attributes-of-a-control-plan-for-lean-six-sigma-and-the-business>

Remec Homepage: Abgerufen am 25.01.2016 von <http://www.remec.ch/index.php/leistungen/seilbahnen/instrumente>

Doppelmayr interne Quellen

Doppelmayr A: *Doppelmayr Cable Car - Profis im urbanen Raum, WIR Kundenzeitschrift* von September 2015. Von <http://newsroom.doppelmayr.com/de/doppelmayr/mediacenter/category/kundenzeitschriften/> abgerufen

Doppelmayr B: Winter, J., & Sesma I (2015). An implementation of product lifecycle management in urban cable propelled transportation.

Doppelmayr C: *Homepage Doppelmayr/Garaventa*. Abgerufen am 22.07.2015 von <http://www.doppelmayr.com/unternehmen/meilensteine/>

Doppelmayr D: *Homepage Doppelmayr/Garaventa*. Abgerufen am 22.07.2015 von <http://www.doppelmayr.com/unternehmen/ueber-uns/>

Doppelmayr E: *Homepage Doppelmayr Cable Car*. Abgerufen am 22.07.2015 von <http://www.dcc.at/company/company/>

Normenwerke

Norm: DIN 12397:2006: Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr - Betrieb.

Norm: DIN 12408:2004 Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr - Qualitätssicherung.

Norm: DIN 12929:2015: Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr - Allgemeine Anforderungen.

Norm: DIN 31051:2012: Grundlagen der Instandhaltung.

Norm: DIN 40041: Zuverlässigkeit Begriffe.

Norm: ISO 55000:2014: Asset management - Overview, principles and terminology.

Norm: ISO 55002:2014: Asset management - Management Systems - Guidelines for the application of ISO 55001.

Norm: ISO 9001:2008: Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen.

Norm: ISO 9241-16:1999: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten, Teil 16: Dialogführung mittels direkter Manipulation.

Norm: ISO 9241-161:2014: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion Teil 161: Leitfaden zu visuellen User-Interface Elementen.

Norm: ISO 9241-210:2010: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme.

Norm: VDI 2893:2006: Kennzahlen der Instandhaltung.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Allgemeine Einflussfaktoren auf die Zuverlässigkeit	8
Abbildung 2: Problemstellung	9
Abbildung 3: Grundlegende Aufgaben des Modells.....	11
Abbildung 4: Struktur und Vorgehensweise bei der Modellentwicklung.....	12
Abbildung 5: Entwicklung des Asset Managements	16
Abbildung 6: Asset Management Excellence Model™	17
Abbildung 7: Vorgehensweise bei der Bildung von Kennzahlen.....	19
Abbildung 8: Gegenüberstellung Instandhaltungskosten und Ausfallkosten.....	22
Abbildung 9: Verschieden Ausführungen von Litzenseilen	24
Abbildung 10: Antriebsschema einer kuppelbaren Bahn	25
Abbildung 11: Rollenbatterieanordnung im Balancierprinzip mit Seilfangschuhen und Bruchstabschaltern.....	28
Abbildung 12: Kuppelbare Seilklemme	29
Abbildung 13: Schichtmodell der User Interface Software.....	31
Abbildung 14: Darstellung von KVP und Innovation	35
Abbildung 15: Zusammenfassung der Modellanforderungen	42
Abbildung 16: Vorgehensweise bei der Modellerstellung	44
Abbildung 17: GUI Konzept	46
Abbildung 18: QCP-Aufbau	48
Abbildung 19: Master Layout der Grafischen Benutzeroberfläche.....	51
Abbildung 20: Auszug aus der angefertigten MS Visio Icon Bibliothek für Standard EUB-Bauteile	53
Abbildung 21: Gebäude der Doppelmayr/Garaventa Gruppe	55
Abbildung 22: Hauptsitz von Doppelmayr Cable Car.....	56
Abbildung 23: Firmenlogo von Doppelmayr Cable Car.....	56
Abbildung 24: Konzeptzeichnung des neuen Wynn Palace	57
Abbildung 25: Anlagenschema Wynn-SkyCab	58
Abbildung 26: Cost Effectiveness-Faktoren eines komplexen Systems	60
Abbildung 27: Verlauf der Availability Payment Faktoren	61
Abbildung 28: DMS Cockpit.....	63
Abbildung 29: Prozess beim Anlegen einer neuen Dokumentenart.....	65
Abbildung 30: Implementiertes GUI-Konzept.....	66
Abbildung 31: Auswahl einer Baugruppe.....	69
Abbildung 32: Auswahl der richtigen interaktiven Grafik.....	70
Abbildung 33: Suchen eines Dokumentes, welches sich auf eine Person bezieht	71
Abbildung 34: Vergrößerte Darstellung des Suchfeldes	71

Abbildung 35: Vergleich direkte Rechtevergabe und Rechtevergabe über Benutzerrollen.....	72
Abbildung 36: Assistenz Funktion.....	74
Abbildung 37: Beispielhafte Benutzeraufforderung bei einer nicht reversiblen Aktion	75
Abbildung 38: Oberfläche vor Aktivierung des Tooltipp Tools	76
Abbildung 39: Oberfläche bei aktiviertem Tooltipp Tool	76
Abbildung 40: Angewendete Vorgehensweise zur Bildung der Kennzahl MTTR.....	79
Abbildung 41: Zusammenfassung der Modellanforderungen	85
Abbildung 42: Quality Control Plan-Schema von Doppelmayr Cable Car	97
Abbildung 43: Graphische Komponentenstruktur	101
Abbildung 44: Organigramm.....	102
Abbildung 45: Zusammenfassung aller GUI Säule	103

11 Formelverzeichnis

Formel 1: Definition von Verfügbarkeit	59
Formel 2: Berechnung der maximal zulässigen Stillstandszeit pro Monat.....	61
Formel 3: Mean Time To Repair (MTTR).....	78
Formel 4: Fluktuationsrate	80
Formel 5: Net Promoter Score	81
Formel 6: Technische Ausfallrate	81
Formel 7: Führungsdichte Ingenieur.....	82
Formel 8: Mean Time Between Repair (MTBR).....	82
Formel 3: Mean Time To Repair (MTTR).....	82
Formel 9: Anzahl der Qualifizierungstage pro Mitarbeiter.....	83
Formel 10: Entwicklungsaufwand pro Mitarbeiter	83
Formel 11: Budgetabweichungsgrad	83
Formel 12: Anlagengewinnquote	83
Formel 13: Arbeitssicherheit	84
Formel 14: Unfall-Ausfallzeit.....	84

12 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Technische Daten der "Wynn-SkyCab" Bahn	58
Tabelle 2: Zahlungsfaktoren für eine vergleichbare Seilbahn	60
Tabelle 3: Schätzung der Anpassungszeit für weitere Projekte	87
Tabelle 4: Zusammenfassung der Modellbewertung	92
Tabelle 5: Auszug aus der Dokumentenübersicht	100

13 Abkürzungsverzeichnis

€	Euro
%	Prozent
±	Plusminus
100 %ig	Hundertprozentig
3S-Bahn	3 Seil-Bahn
AMEM	Asset Management Excellence Model
APM	Automated People Mover
bzw.	beziehungsweise
CO ₂	Kohlendioxid
DCC	Doppelmayr Cable car
DIN	Deutsches Institut für Normung
DMAIC	Define-Measure-Analyse-Improve-Control
DMS	Doppelmayr Management Suite
durchschn.	Durchschnittlich
et. al.	et alii
etc.	et cetera
EUB	Einseilumlaufbahn
f	folgend
ff	folgende
FPSO	Floating Production Storage and Offloading Unit
GUI	Graphical User Interface
h	Stunde
IH	Instandhaltung
IH	Instandhaltung
ISO	International Organization for Standardization
KPI	Key Performance Indicator
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
MA	Mitarbeiter
max.	maximal

MTBR	Mean Time Between Repair
MTTF	Mean Time To Failure
MTTR	Mean Time to Repair
NPS	Net Promoter Score
PDCA	Plan-Do-Check-Act
QCP	Quality Control Plan
RPD	Rope Position Detector
S.	Seite
u.a.	Unter Anderem
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
vgl.	Vergleiche
VW	Volkswagen
zB.	zum Beispiel