



HOCHSCHULE LANDSHUT
HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN

**HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN
LANDSHUT**

MASTERSTUDIENGANG WERTEORIENTIERTES PRODUKTIONSMANAGEMENT

**Analyse und Modellierung von Vorgehensmodellen im
Projektmanagement der Automobilbranche**

Masterarbeit

vorgelegt von Michael Aigner

eingereicht:

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Holger Timinger

Abstract

Das Ziel dieser Masterarbeit ist die Erklärung der Vorgehensweise und die Erörterung der Vorteile, sowie der Sinn und Zweck von Prozess-Modellierungen anhand eines Beispielprozesses der Automobilindustrie. Auch die Integration agiler Elemente in Prozessen wird genauer erläutert.

Die zentralen Fragen sind hierbei, welche Vorgehensmodelle in der Automobilindustrie eingesetzt werden, wie Prozess-Modellierungen umgesetzt und daraus Verbesserungspotentiale erkannt werden können, wie sich dadurch langfristige und monetäre Vorteile erzielen lassen und welche Chancen und Risiken der Einsatz von agilem Vorgehen mit sich bringt.

Für die Modellierung des Beispielprozesses wurde die Modellierungssprache Business Process Model and Notation (BPMN) gewählt.

Die Bildung von Varianten des betrachteten Beispielprozesses hat gezeigt, dass die Einbindung agiler Elemente beträchtliche Vorteile, sowohl zeitlich als auch monetär zur Folge hat.



HOCHSCHULE LANDSHUT
HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN

ERKLÄRUNG ZUR MASTERARBEIT

Name, Vorname der/des

Studierenden:

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Landshut

Fakultät Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen

Hiermit erkläre ich, dass ich die Arbeit selbständig verfasst, noch nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benützt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe.

.....
(Datum)

.....
(Unterschrift der/des Studierenden)



FREIGABEERKLÄRUNG DER/DES STUDIERENDEN

Name, Vorname der/des

Studierenden:

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Masterarbeit in den Bestand der Hochschulbibliothek aufgenommen werden kann und

ohne Sperrfrist

oder nach einer Sperrfrist von

1 Jahr

2 Jahren

3 Jahren

5 Jahren oder

länger

über die Hochschulbibliothek zugänglich gemacht werden darf.

.....
(Datum)

.....
(Unterschrift der/des Studierenden)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	4
1.1 Problemstellung bei der Optimierung von Prozessen im Projektmanagement..	4
1.2 Ziel der Masterarbeit	5
1.3 Aufbau der Arbeit	6
2. Grundlagen zu Vorgehensmodellen im Projektmanagement der Automobilindustrie	7
2.1 Traditionelle Vorgehensmodelle	7
2.1.1 Sequenzielle Vorgehensmodelle.....	7
2.1.2 Nebenläufige Vorgehensmodelle	12
2.1.3 Wiederholende Vorgehensmodelle	13
2.2 Agile Vorgehensmodelle	16
2.2.1 Scrum.....	17
2.2.2 Kanban.....	23
2.3 Hybride Vorgehensmodelle	26
2.3.1 Wasser-Scrum-Fall	26
2.3.2 V-Scrum-Modell	27
2.4 Relevanz der Vorgehensmodelle in der Automobilindustrie	28
3. Modellierung von Prozessen in Vorgehensmodellen.....	29
3.1 Entwicklung von der Funktions- zur Prozessorientierung und Prozessdefinition	29
3.2 Vorgehen bei der Analyse und Optimierung mit Hilfe von Modellierung.....	32
3.2.1 Vorbereitung und Festlegung der Prozessmodellierung	33
3.2.2 Ist-Modellierung und Analyse	43
3.2.3 Soll-Modellierung und Optimierung	44
3.3 Tools	49
3.3.1 Anforderungen an Tools.....	49
3.3.2 Camunda	49
3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse mit Hilfe der Modellierung.....	50
3.4.1 Erfassung der Auszahlungen von Funktionen.....	51
3.4.2 Erfassung von Einzahlungen von Funktionen	52
3.4.3 Aggregation der Zahlungsfolge einer Prozessalternative	52
3.4.4 Kalkulation der finanzwirtschaftlichen Konsequenzen einer Prozessalternative.....	52

3.4.5 Berechnung von Wirtschaftlichkeitskennzahlen für den Vergleich von Prozessalternativen.....	53
4. Modellierung eines Beispielprozesses im Bereich Software-Testmanagement in der Automobilbranche.....	54
4.1 Software Testmanagement	54
4.1.1 Software Testmanagement in der Automobilbranche	55
4.1.2 Software Testmanagement anhand Praxisbeispiel Fahrassistenzsysteme	57
4.2 Ist-Modellierung.....	60
4.2.1 Vorbereitung und Festlegung der Ist-Modellierung	60
4.2.2 Darstellung Iststand	61
4.3 Soll-Modellierung.....	63
4.3.1 Variante mit paralleler Bearbeitung	64
4.3.2 Variante mit agilem Vorgehen im Termin	66
4.4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	68
4.4.1 Analyse des Istmodells	68
4.4.2 Analyse von Variante 1	69
4.4.3 Analyse von Variante 2	70
5. Diskussion: Analyse von Modellierungen und Optimierungen in (teil-) agilen Vorgehensmodellen im Automobilumfeld	71
5.1 Einsatz gängiger und Umsetzung agiler Vorgehensmodelle	71
5.2 Umsetzung der Modellierungen und Identifikation von Verbesserungspotentialen.....	72
5.3 Langfristiger und finanzieller Mehrwert von Prozess Modellierungen.....	73
5.4 Chancen und Risiken von agilem Vorgehen und der Faktor Mensch.....	74
6. Zusammenfassung und Ausblick.....	76
Literaturverzeichnis	77
Abbildungsverzeichnis.....	84
Tabellenverzeichnis.....	86

Die in der Arbeit gewählte männliche Form bezieht sich immer zugleich auf weibliche und männliche Personen. Auf eine Doppelbezeichnung wurde zugunsten einer besseren Lesbarkeit verzichtet.

1. Einleitung

Als Projektmanagement wird nach der Norm DIN 69901-1:2009-01 die Gesamtheit von Führungsaufgaben, -organisation, -techniken und -mitteln für die Abwicklung eines Projektes beschrieben (Vgl. DIN 69901-1:2009-01, 2009). Die Notwendigkeit der Einführung von Projektmanagement kam im Laufe der Globalisierung der Wirtschaft, als große Unternehmen zunehmend in Konkurrenz zu ausländischen Unternehmen gerieten, die sich nicht mehr nur mit den heimischen Märkten beschäftigten. Somit stieg der Druck im Hinblick auf Senkung der Kosten und Verbesserung der Qualität (Eichhorn op. 2005).

Auch die weiteren Entwicklungen, der Ausbau des internationalen Handels inklusive günstiger Transportkosten, sowie die Weiterentwicklung des Informations- und Kommunikationswesens, trugen zur Verschärfung des Wettbewerbs bei. Dadurch wurde das Projektmanagement zu einer unvermeidlichen und unverzichtbaren Querschnittskompetenz (Wettbewerbsvorteil Projektmanagement 2005). Dazu zählen auch die kontinuierliche Verbesserung und Optimierung von Prozessen innerhalb eines Projektes. Durch die steigenden Anforderungen werden Unternehmen gezwungen, ihre Projekte und Prozesse immer effizienter zu gestalten und sich ändernden Umständen möglichst schnell anzupassen.

1.1 Problemstellung bei der Optimierung von Prozessen im Projektmanagement

Um die immer komplizierter und komplexer werdenden Projekte und Arbeitsinhalte bewältigen zu können, werden strukturierte Pläne und klare Vorgehensweisen benötigt. Nur so kann eine fundierte Prognose über den zeitlichen Ablauf und die benötigten Ressourcen getroffen werden.

Als eines der Hauptziele von Personen mit Führungsaufgaben im Projektmanagement steht die Planbarkeit bzw. die Einhaltung eines gewissen Termins. Durch die Überlegungen und das Aufstellen von Projektplänen können vor und während des gesamten Projektes Aussagen über die Terminierung und den aktuellen Stand gegeben werden. Auch sieht man so, wann die Einsteuerung von Maßnahmen zur Erreichung des Ziels notwendig ist. Des Weiteren müssen Puffer so eingeplant und berücksichtigt werden, dass sie den Projektmitarbeitern nicht zu viel Zeit für die

Abarbeitung der Themen geben, auch bekannt unter dem Studentensyndrom (Angermeier), aber trotzdem genug Spielraum zur Verfügung steht, um Probleme oder Störungen ausgleichen zu können.

Die Berücksichtigung der Kosten ist ein weiterer Faktor, der im Projektmanagement eine wichtige Rolle spielt. Diese müssen stets im Blick behalten werden und sollten nur in begründeten Notfällen über das vorgegebene Budget hinausgehen. Um all diese Punkte steuern und gezielt optimieren zu können, braucht der Projektmanager ein Hilfsmittel mit dem er die Schwachstellen und Potentiale erkennen und deren Sinn kommunizieren kann. Im Folgenden soll ermittelt werden, in wie weit sich die Modellierung von Prozessen diesbezüglich eignet.

1.2 Ziel der Masterarbeit

In der folgenden Arbeit soll ein Überblick geschaffen werden, nach welchen Vorgehensmodellen in der Automobilindustrie gearbeitet wird und welche Vor- bzw. Nachteile diese mit sich bringen. Außerdem soll mit Hilfe der Grundlagen der Modellierung von Prozessen betrachtet werden, wie Prozess-Modellierungen umgesetzt werden und wie dadurch Verbesserungspotential erkannt werden kann. Dies dient der generellen Erkenntnis über die Sinnhaftigkeit und den Nutzen von Modellierungen.

Des Weiteren sollen in der Arbeit die monetären Vorteile, die durch Prozessverbesserungen, auf Grundlage der Modellierung, entstehen, aufgezeigt und analysiert werden. Auch die allgemeinen Chancen und Risiken, die sich durch die Etablierung von agilem Vorgehen ergeben, sind Teil der Analyse.

Zusammenfassend lässt sich das Ziel dieser Arbeit mittels folgender Fragestellungen betrachten:

- Welche Vorgehensmodelle gibt es und welche werden in der Automobilindustrie eingesetzt?
- Wie werden Prozess-Modellierungen umgesetzt und wie kann dadurch Verbesserungspotential erkannt werden?
- Wie lassen sich mittels Modellierung langfristige, monetäre Vorteile durch Prozessverbesserungen erzielen?
- Welche Chancen und Risiken ergeben sich durch den Einsatz von agilem Vorgehen?

Veranschaulicht werden soll dies an einem Beispielprozess aus dem Software-Testmanagement.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit ist in vier Teile untergliedert, einem theoretischen, einem praktisch angewandten Teil, sowie einer Diskussion und einer Zusammenfassung mit Ausblick. Im Theorieteil werden Grundlagen zu gängigen Vorgehensmodellen und Modellierungen von Prozessen vorgestellt, um zum Thema hinzuführen.

Im praktisch angewandten Teil wird, unter Berücksichtigung der gewonnenen Erkenntnisse, ein modellierter Beispielprozess analysiert und dabei das Verbesserungspotential aufgezeigt.

Durch die Modellierung verschiedener Varianten wird veranschaulicht, welche Vorgehensweisen langfristig gesehen einen monetären Mehrwert bieten. In der Diskussion werden die aus dem Beispielprozess gewonnenen Erkenntnisse reflektiert und anschließend die tatsächliche Umsetzung von Vorgehensmodellen in Unternehmen betrachtet, welche Chancen und Risiken sich dadurch ergeben und welchen Einfluss der Faktor Mensch darauf hat.

Am Ende der Arbeit werden die Erkenntnisse und Ergebnisse zusammengefasst und ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen gegeben.

2. Grundlagen zu Vorgehensmodellen im Projektmanagement der Automobilindustrie

In diesem Kapitel werden gängige Vorgehensmodelle vorgestellt, nach denen die großen Automobilhersteller arbeiten. Es wird hierbei unterschieden zwischen traditionell, agil und hybrid, eine Mischung aus traditioneller und agiler Vorgehensweise. In der Automobilindustrie ist die Anwendung traditioneller Vorgehensmodelle noch sehr häufig zu beobachten. Dies ist historisch begründet, da es anfangs wenig bis keinen Software Anteil in Autos gab, was sich drastisch geändert hat. Die Entwicklung des Automobils änderte sich durch die Infotainmentsysteme und das autonome Fahren jedoch enorm (Sandbrink 2019).

2.1 Traditionelle Vorgehensmodelle

Nach wie vor wird in der Hardware Entwicklung häufig nach traditionellem Vorgehen gearbeitet, da es hier sehr schwierig und kostspielig ist, nachträglich noch Änderungen vorzunehmen (Borgeest 2008). Aber auch dieser Bereich wandelt sich immer weiter Richtung agilem Arbeiten. In den folgenden Vorgehensmodellen wird allgemein auf Aufbau, Gemeinsamkeiten, Rollen etc. eingegangen.

2.1.1 Sequenzielle Vorgehensmodelle

Als sequenziell werden Vorgehensmodelle bezeichnet, wenn die einzelnen Arbeitsschritte nacheinander abgearbeitet werden. Hierfür muss immer die vorherige Phase abgeschlossen sein.

Wasserfallmodell

Das Wasserfallmodell ist eines der bekanntesten und intuitivsten Vorgehensmodelle (Timinger 2017, S. 38). Es basiert darauf, dass eine Phase nach der anderen abgearbeitet und erst bei Beendigung der vorherigen Phase zur nächsten übergegangen wird.

Aufbau

Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, besteht das Wasserfallmodell aus ca. sechs Phasen, die je nach Unternehmensphilosophie abweichen können. Diese Phasen können sich

2. Grundlagen zu Vorgehensmodellen im Projektmanagement der Automobilindustrie

weder überlappen noch übersprungen werden, da für die nächste Phase das Ergebnis aus der vorherigen benötigt wird. Die Erweiterung nach Royce aus dem Jahr 1970 ist die Einbindung von Rückkopplungsschleifen um jeweils eine Phase. Damit sollen aufwändige und teure Überarbeitungen eingegrenzt werden (Balzert und Ebert 2008). Jedoch werden bei solchen Rücksprüngen die Ergebnisse aus der aktuellen Phase häufig verworfen.

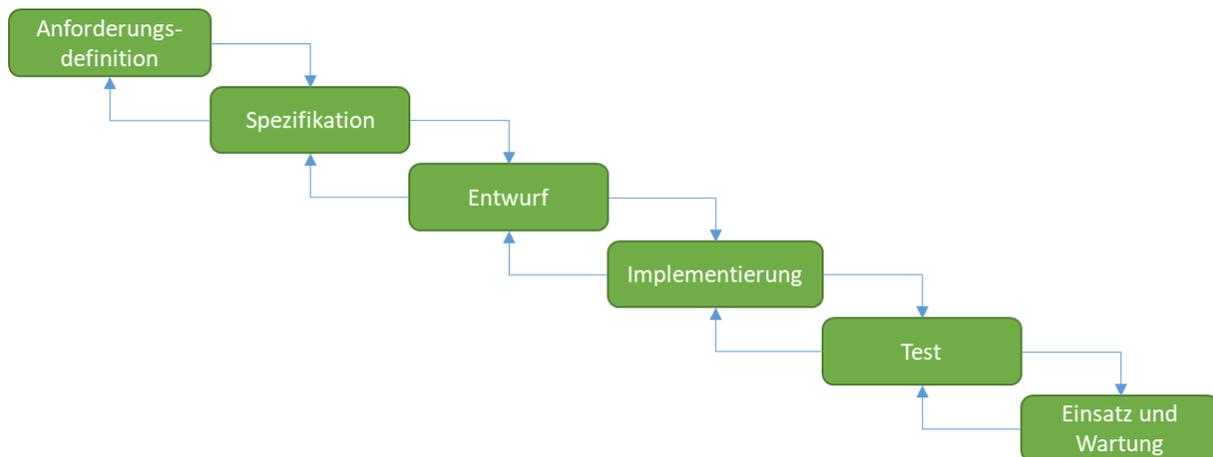


Abbildung 1: Eigene Darstellung des Wasserfallmodells in Anlehnung an Royce (Royce 1970)

Funktionsweise

Da jede Phase erst abgeschlossen sein muss, um in die nächste zu gelangen, müssen sowohl die Anforderungen als auch die Ergebnisse einer Phase fest und klar definiert sein. Nach Timinger soll durch dieses Vorgehen eine gewisse Qualität sichergestellt werden. Um dies nach jeder Phase abzusichern, kann das Modell sogenannte Stage-Gates beinhalten. An diesen Gates wird nochmal der Output der Phase kontrolliert und überprüft. Nur wenn diese klaren Vorgaben eingehalten werden, kann der Projektgegenstand in die nächste Phase wandern. Aus diesem Grund werden die Gates auch „Quality Gates“ genannt (Schuh 2012, S. 166).

Vorteile/Nachteile

Das Wasserfallmodell an sich hat einen einfachen Aufbau und ist, sowohl in klassischer Form als auch mit der Erweiterung um die Rückkopplungsschleifen, leicht verständlich. Durch die wenigen Phasen kann schnell ein Überblick gewonnen werden, wo das Projekt aktuell steht. Auch die Kosten können durch die geringen Ausgaben

2. Grundlagen zu Vorgehensmodellen im Projektmanagement der Automobilindustrie

für Einarbeitung und Koordinationsaufwand geringgehalten werden (Balzert und Ebert 2008).

Ein weiterer Vorteil ist die transparente Dokumentation, die mit den Quality Gates einhergeht. Nur wenn alles penibel dokumentiert und rückverfolgbar ist, kann das Projekt in die nächste Phase übergehen. Dies ist insbesondere in der Automobilbranche wichtig, um sich rechtlich abzusichern.

Als großer Nachteil ist die Starrheit des Modells und die schlechte Anpassbarkeit an spezifische Projekte zu erwähnen (Balzert und Ebert 2008). Des Weiteren besteht ein hoher Dokumentationsaufwand, da alle Ergebnisse festgehalten werden müssen. Auch gibt es während einer Phase keine Tests oder Kontrollen, die ein frühzeitiges Entgegensteuern ermöglichen würden. Somit muss immer das Ende einer Phase abgewartet werden, um zu erkennen, ob sich Fehler eingeschlichen haben. Das Verwerfen bisheriger Ergebnisse nach Rücksprung in eine vorherige Phase ist ebenfalls als Nachteil zu erwähnen.

Anwendungsgebiete

Da es in diesem Vorgehensmodell nur schlecht möglich ist, Änderungen spät im Prozess einzusteuern, wird es häufig in der Hardware Entwicklung angewendet. Für die Entwicklung eines schnelllebigen Software-Entwicklungsprojektes ist es nur bedingt geeignet. In der Automobilindustrie ist es jedoch noch sehr häufig anzutreffen (BRUCKNER 2011).

V-Modell

Nach Royce ist das V-Modell eine Erweiterung des Wasserfallmodells, bei dem die verschiedenen Phasen auf ihre Qualität geprüft werden (Fink et al. 2001, S. 168ff.). Das Prüfen des Projektgegenstandes bezieht sich hierbei auf die mehrfache Verifizierung und Validierung. Während in der Verifikation betrachtet wird, ob der Projektgegenstand richtig entwickelt wird, prüft die Validierung, ob der richtige Projektgegenstand entwickelt wird.

Aufbau

Die linke Seite des Modells beschreibt das Vorgehen „bottom down“ von den Anforderungen hin zu der Implementierung. Der Projektgegenstand wird also immer weiter vom Grobentwurf zum Feinentwurf hin spezifiziert (Timinger 2017, S. 40), siehe

2. Grundlagen zu Vorgehensmodellen im Projektmanagement der Automobilindustrie

Abbildung 2. Die rechte Seite zeigt das Testen „bottom up“ von Komponentenebene bis hin zum Systemtest und schließlich zur Abnahme.

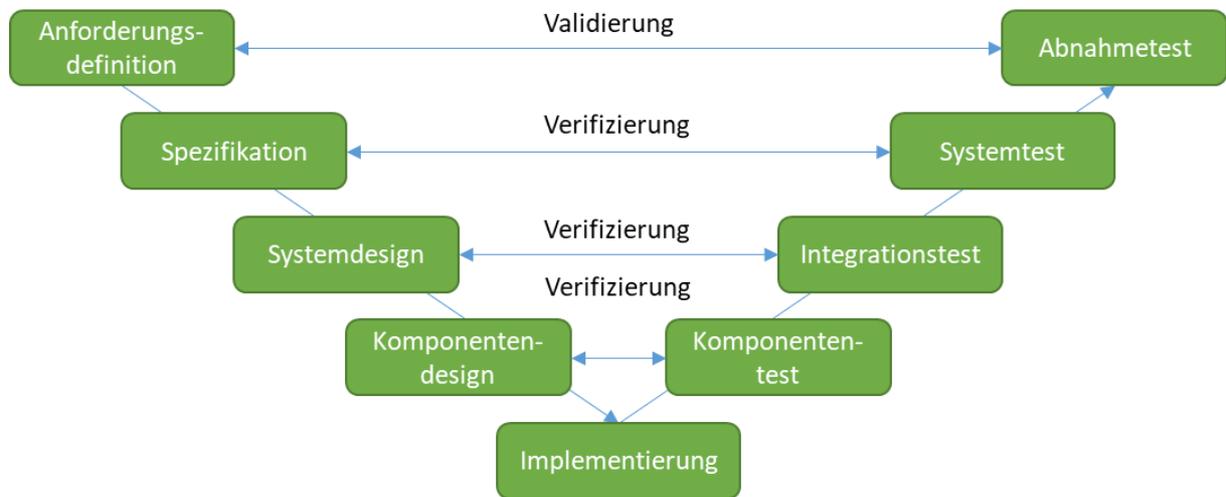


Abbildung 2: Eigene Darstellung des V-Modells

Funktionsweise

Zu Beginn werden mit dem Auftraggeber Anforderungen definiert, welche zur Lösung eines konkreten Problems dienen. Die einzelnen Arbeitsschritte und Ergebnisse werden dokumentiert und sind somit für jeden einsehbar (Höhn et al. 2008, S. 3ff.). Allerdings werden diese nicht nur erfasst, sondern auch umgesetzt und getestet. Erst wenn eine Phase erfolgreich geprüft wurde, kann die nächste Phase begonnen werden (Höhn et al. 2008, S. 3ff.). In der Phase des Grobentwurfs wird sichergestellt, dass grobe Fehler vermieden werden und der Projektgegenstand den Anforderungen entspricht.

Je feiner die Spezifizierung wird, desto detaillierter und konkreter werden die Entwürfe definiert. Die ständige Überprüfung durch die Verifizierung und Validierung stellt den Erfolg der Zielerreichung sicher.

Vorteile/ Nachteile

Ein wesentlicher Vorteil dieses Vorgehensmodells ist die ausführliche Dokumentation, wodurch eine hohe Traceability, Transparenz und Rückverfolgbarkeit der Ergebnisse ermöglicht wird. Durch das häufige Testen und die Kontrolle der Zwischenergebnisse fallen Fehler und Probleme relativ schnell auf und können, dank der umfangreichen Dokumentation, schnell gefunden werden. Dies erleichtert nicht nur die Fehlersuche, sondern verringert auch den Aufwand bei Wartungsfällen enorm (Brause 2005). Gut

2. Grundlagen zu Vorgehensmodellen im Projektmanagement der Automobilindustrie

umsetzbar ist das Modell bei einfachen Projekten, da es übersichtlich und strukturiert ist. Auch sind für alle Beteiligten die jeweiligen Aufgaben und Zuständigkeitsbereiche klar ersichtlich und nachvollziehbar (Höhn et al. 2008, S. 4ff.).

Das Testen und Prüfen nach jeder Phase verursacht allerdings hohe Aufwände, was sich bei größeren Projekten oder kurzfristigen Terminierungen als problematisch erweisen kann. Dadurch, dass das Testen sehr zeitintensiv ist, können sich einzelne Phasen in die Länge ziehen. Auf sich ändernde Anforderungen kann man innerhalb eines V-Modells nur bedingt flexibel reagieren. Die entsprechenden Anforderungen müssen wieder oben auf der linken Seite eingesteuert werden und die einzelnen Phasen erfolgreich durchlaufen. Deshalb ist das Vorgehen nicht wirklich für agile Projekte mit sich schnell ändernden Anforderungen geeignet.

Die detaillierte und genaue Dokumentation, welche eine schnelle Fehlersuche und Rückverfolgbarkeit gewährleistet, beansprucht sehr viel Zeit, was sich ebenfalls negativ auf Fristen und Termine auswirken kann. Deswegen ist der Verwaltungsaufwand bei diesem Vorgehen sehr groß und wächst mit der Größe und Komplexität des Projektes mit (Balzert und Ebert 2008). Die Übersichtlichkeit nimmt dadurch mit steigender Komplexität ab.

Anwendungsgebiete

Durch die Standardisierung des Modells ist eine Übertragung auf andere Projekte möglich. Aufgrund der genauen Planung und der hohen Transparenz des Vorgehens und der Ergebnisse ist das V-Modell vor allem für große Projekte mit gleichbleibenden Anforderungen geeignet (Brause 2005). Kleinere Projekte oder welche mit häufigen Änderungen auf Anforderungsseite, sollten wegen des hohen Dokumentationsaufwandes andere Vorgehensweisen in Betracht ziehen. In der Automobilindustrie werden viele Projekte mit dem V-Modell umgesetzt, da die Rückverfolgbarkeit gesetzlich gegeben sein muss. Da allerdings durch häufige Anforderungsänderungen die Kosten relativ hoch sind, werden andere Vorgehensweisen getestet.

2.1.2 Nebenläufige Vorgehensmodelle

Als nebenläufig werden Vorgehensmodelle bezeichnet, wenn sich Phasen überlappen. Durch die parallele Bearbeitung können die Phasen schneller durchlaufen und Risiken früher identifiziert werden (Timinger 2017, S. 38). Einer der bekanntesten Vertreter ist das Simultaneous Engineering.

Simultaneous Engineering

Das Modell des Simultaneous Engineering soll die Dauer des Projektes durch eine parallele Bearbeitung der Phasen verkürzen und dadurch zu schnelleren Resultaten führen.

Aufbau

Wie in Abbildung 3 zu sehen ist, werden die gleichen Phasen wie in sequenziellen Vorgehensmodellen durchlaufen. Allerdings sind diese schematisch nicht linear nebeneinander, sondern untereinander und leicht versetzt angeordnet. Unter gewissen Voraussetzungen, beispielsweise konstanten Anforderungen und kaum gefundener Fehler in späteren Phasen, können so mehrere Tätigkeiten gleichzeitig ausgeführt werden.

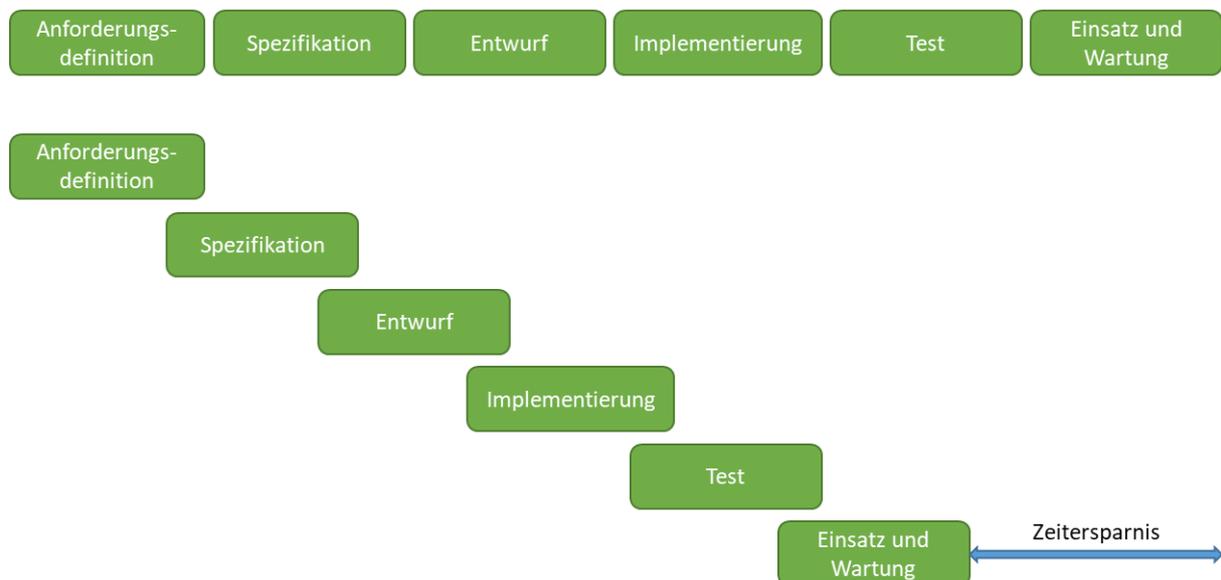


Abbildung 3: Eigene Darstellung des Simultaneous Engineering

Funktionsweise

Schon während der Definition und Eingrenzung von Anforderungen kann teilweise mit der Umsetzung begonnen werden. Dies wird dadurch ermöglicht, dass es bei dem Modell keine Quality Gates, wie etwa beim Wasserfallmodell gibt. So können Arbeiten der nächsten Phase begonnen werden, ohne dass die vorherige Phase schon abgeschlossen ist. Durch dieses Vorgehen kann zum Ende des Projektes hin Zeit eingespart und es früher abgeschlossen werden.

Vorteile/ Nachteile

Der hauptsächliche Grund, wieso das Modell angewandt wird, ist die mögliche Zeitersparnis, die dieses Vorgehen mit sich bringt. Termine können somit gehalten werden und durch die frühere Marktreife des Produktes kann sich ein Wettbewerbsvorteil ergeben (Fröschle 2004).

Um mehrere Arbeiten parallel ausführen zu können, werden jedoch mehr Ressourcen benötigt, was zu einem Kostenanstieg führen und die Automobilhersteller in finanzielle Schwierigkeiten bringen kann. Ebenso wie der erhöhte Ressourceneinsatz ist der hohe Aufwand bei spät entdeckten Fehlern zu bedenken (Timinger 2017, S. 42). Um dies zu vermeiden, sollten Teile der Arbeitspakete erst begonnen werden, wenn sie bereits geprüft wurden. Auch späte Änderungen, zum Beispiel bei Anforderungen, können zu Problemen und erheblichen Mehraufwand führen.

Anwendungsgebiete

Nach Timinger wird dieses Vorgehensmodell häufig bei der frühzeitigen Aufnahme der Produktionsplanung und Einrichtung der Fertigung eines Produkts eingesetzt (Timinger 2017, S. 43). Damit sollen eine parallel ablaufende Produktentwicklung und plausible Produktfertigung ermöglicht werden.

2.1.3 Wiederholende Vorgehensmodelle

Wegen Änderungen in früheren Phasen, müssen Arbeiten in parallel stattfindenden Phasen häufig ebenfalls angepasst werden. Diese wiederholenden Teile findet man vor allem bei den nebenläufigen Vorgehensmodellen (Schuh 2012, S. 175). Dadurch entsteht ein Mehraufwand, der unweigerlich zu höheren Kosten oder Zeitverzögerung führt. Um dem zu entgehen, sind nach Timinger wiederholende Vorgehensmodelle so

2. Grundlagen zu Vorgehensmodellen im Projektmanagement der Automobilindustrie

aufgebaut, dass erst ein Grobentwurf des gesamten Projektgegenstands erstellt und dann in Teile untergliedert wird, welche dann im Detail ausgeplant werden (Timinger 2017, S. 43). Beruhend auf den Erkenntnissen und Ergebnissen aus Tests der ersten Teile, können die folgenden Teile dies entsprechend berücksichtigen.

Spiralmodell

Eines der populärsten wiederholenden Vorgehensmodelle ist das Spiralmodell. Es ist ein iteratives und risikogetriebenes Vorgehensmodell, da ein Ziel die Minimierung des Risikos ist (Balzert und Ebert 2008). Nach Timinger wird jede Iteration dazu genutzt, Anforderungen zu konkretisieren, Ziele zu verfeinern und das Design von den Anforderungen über das Grobdesign bis hin zum Detaildesign zu verbessern (Timinger 2017, S. 45).

Aufbau

Wie in Abbildung 4 zu sehen ist, sind die Quadranten, in die das Spiralmodell aufgeteilt ist, die vier Phasen, die das Produkt durchlaufen muss (Balzert und Ebert 2008). Ist die vierte Phase abgeschlossen, beginnt die nächste Iterationsschleife und das Produkt befindet sich wieder in der ersten Phase. Die Achsen dieses Modells beschreiben nicht, wie bei den vorherigen Vorgehensmodellen, den zeitlichen Ablauf, sondern den Anstieg der anfallenden Kosten sowie die Hinführung und Konkretisierung der Lösung. Projektstart ist immer in der Mitte der Spirale.

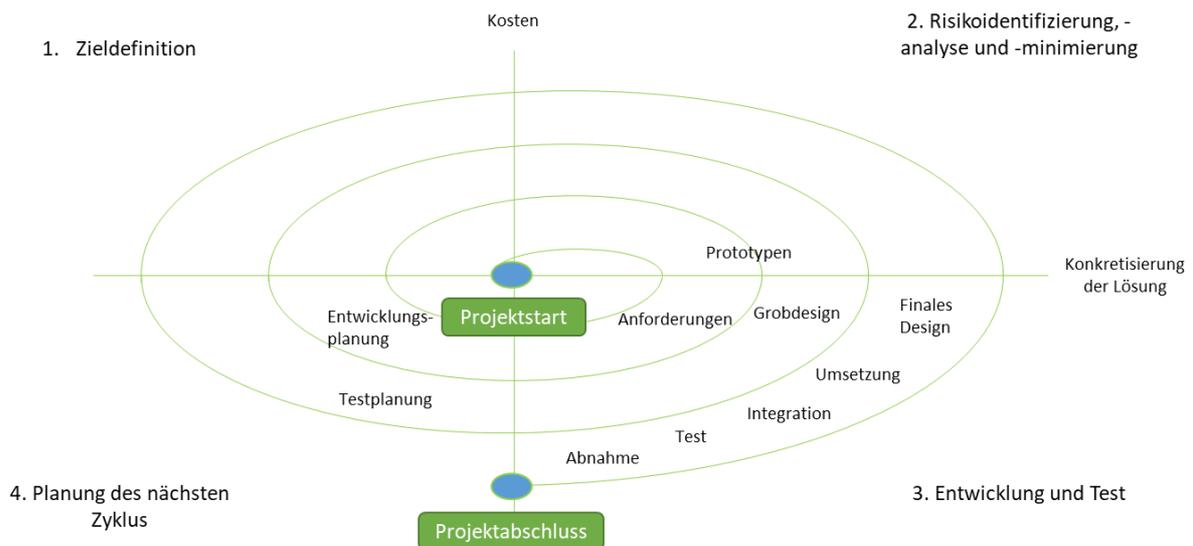


Abbildung 4: Spiralmodell in Anlehnung an Boehm (Boehm 1988)

Funktionsweise

In Phase eins, der Zieldefinition, werden alle Ziele für die aktuelle Iteration festgelegt und definiert. Dadurch wird der erste Zyklus geplant. Auch werden hier Rahmenbedingungen und Lösungsalternativen diskutiert und ausgesucht. Nach Beendigung der ersten Phase werden die möglichen Alternativen beurteilt und einer Risikoanalyse unterzogen. In der dritten Phase, der Entwicklungs- und Testphase, werden, ähnlich zum V-Modell, die Umsetzung der Anforderungen geplant und während der nächsten Iteration der Grob- bzw. Feinentwurf entwickelt und getestet (Schuh 2012, S. 176).

Dazu werden Prototypen konstruiert, welche anschließend getestet werden. Somit lassen sich Fehler früh erkennen und es kann entsprechend darauf reagiert werden (Balzert und Ebert 2008). Durch diese Verifizierung und Validierung wird sichergestellt, ob das bisher entwickelte Produkt den Anforderungen standhält. In der vierten Phase werden das weitere Vorgehen und die Teilprojekte oder –Produkte für die nächste Schleife geplant.

Vorteile/Nachteile

Ein großer Vorteil ist der Wissenszuwachs aller beteiligten Mitarbeiter, die ihre gewonnenen Erkenntnisse in späteren Iterationsschleifen oder Folgeprojekten anwenden können (Balzert und Ebert 2008). Auch kann dies zu einer leichteren Anpassung des Modells an ein neues Projekt führen. Da mehrere Prototypen erstellt und getestet werden, hat man eine ordentliche Dokumentation des Fortschritts. Die entstandenen Prototypen können ebenso in weiteren Projekten Anwendung finden. Da die Erstellung von Prototypen sehr umfangreich und komplex ist, resultiert daraus ein hoher Aufwand im Managementbereich sowie hinsichtlich der Zeit.

Weil das Projekt in mehrere Teilprojekte aufgeteilt wird, müssen diese nach Balzert allerdings zum Ende des Projektes hin wieder zusammengeführt und synchronisiert werden, was im Spiralmodell aber nicht genauer definiert ist. Des Weiteren können späte Änderungen die Kosten in die Höhe treiben, was zu einem früheren Projektabschluss mit Prototypen als Endprodukt führt (Balzert und Ebert 2008).

Anwendungsgebiete

Das Spiralmodell hat nach Timinger, durch seinen wiederholenden Charakter und seinem schrittweisen Vorgehen, agile Züge, welche es auch für die Entwicklung von

2. Grundlagen zu Vorgehensmodellen im Projektmanagement der Automobilindustrie

Softwareprojekten brauchbar macht. Allerdings sind innerhalb der einzelnen Zyklen ein wasserfallähnliches Vorgehen und Denken vorhanden, wodurch es nur eingeschränkt zur Entwicklung von Software nutzbar ist. Allgemein eignet sich dieses Modell für Projekte mit unscharfen Anforderungen, die durch die Iterationen immer genauer aufgeschlüsselt und abgearbeitet werden können (Timinger 2017, S. 46). Für die Automobilbranche ist dieses Modell nur bedingt geeignet, da Prototypen extrem teuer sind und deshalb oft darauf verzichtet wird.

2.2 Agile Vorgehensmodelle

Die sich ständig ändernden Anforderungen und kürzeren Entwicklungszyklen sowie der Drang nach Verbesserung und Innovation zeigen deutlich die Grenzen des traditionellen Projektmanagements auf.

Maßgeblich hierfür war die Softwareentwicklung und das Software Engineering. Da in diesem Bereich die Anforderungen nur selten vollständig zu Beginn des Projekts vorhanden sind und Änderungen während des Projekts umsetzbar sein sollten, brauchte man neue Methoden und Vorgehensweisen. Bei agilen Methoden wird der Focus auf die Durchführung gelegt, wo hingegen traditionelle Methoden den Schwerpunkt auf der Planung haben. Wichtig hierfür ist die ausführliche Kommunikation und Zusammenarbeit in den Teams (Cohn 2010, S. 231).

Dieser Ansatz bekam im Jahr 2001 durch das Agile Manifest mehr Beachtung. Die vier Leitsätze des Manifests beinhalten Werte auf der linken und der rechten Seite, wie in Tabelle 1 zu sehen, wobei die agilen Werte auf der linken Seite eine höhere Bedeutung haben (Schwaber 2019).

Individuen und Interaktionen	Prozesse und Werkzeuge
Funktionierende Software	Umfassende Dokumentation
Zusammenarbeit mit dem Kunden	Vertragsverhandlung
Reagieren auf Veränderung	Befolgen eines Plans

Tabelle 1: Leitsätze des agilen Manifests (Schwaber 2019)

Da sich agiles Projektmanagement durch iteratives Vorgehen auszeichnet, wird der Projektverlauf immer nur für die nähere Zukunft geplant (Timinger 2017, S. 163). Somit eignen sich agile Methoden für die Software Entwicklung und innovative Projekte, da

2. Grundlagen zu Vorgehensmodellen im Projektmanagement der Automobilindustrie

hierbei oft die Projektziele unklar sind oder sich Anforderungen häufig ändern oder unvollständig sind.

2.2.1 Scrum

Der Begriff Scrum kommt aus dem Rugby und bedeutet übersetzt „Gedränge“. Hierbei versuchen die Teams im Gedränge den Ball zu befreien. Das hieraus abgeleitete Teamverständnis für selbstorganisierte Teams und das Vorarbeiten in kleinen Schritten ist sinnbildlich für Scrum (Wintersteiger 2015, S. 27). Das bekannte Rahmenwerk stammt von Ken Schwaber und Jeff Sutherland und ist nicht auf spezifische Bereiche beschränkt. Es beruht auf der Empirie, dem Wissen aus gemachten Erfahrungen und den daraus getroffenen Entscheidungen. Hierbei gibt es drei Säulen: Transparenz, Überprüfung und Anpassung (Schwaber und Sutherland 2018). Außerdem werden in Scrum die Werte Fokus, Mut, Offenheit, Respekt und Selbstverpflichtung betont und gelebt.

Funktionsweise

Der Ablauf und die Funktionsweise von Scrum werden in Abbildung 5 veranschaulicht. Dabei ist gut zu erkennen, dass immer nach einem bestimmten Vorgehen gehandelt wird, es definierte Rollen mit speziellen Aufgaben gibt und bestimmte Regeln eingehalten werden müssen.

2. Grundlagen zu Vorgehensmodellen im Projektmanagement der Automobilindustrie

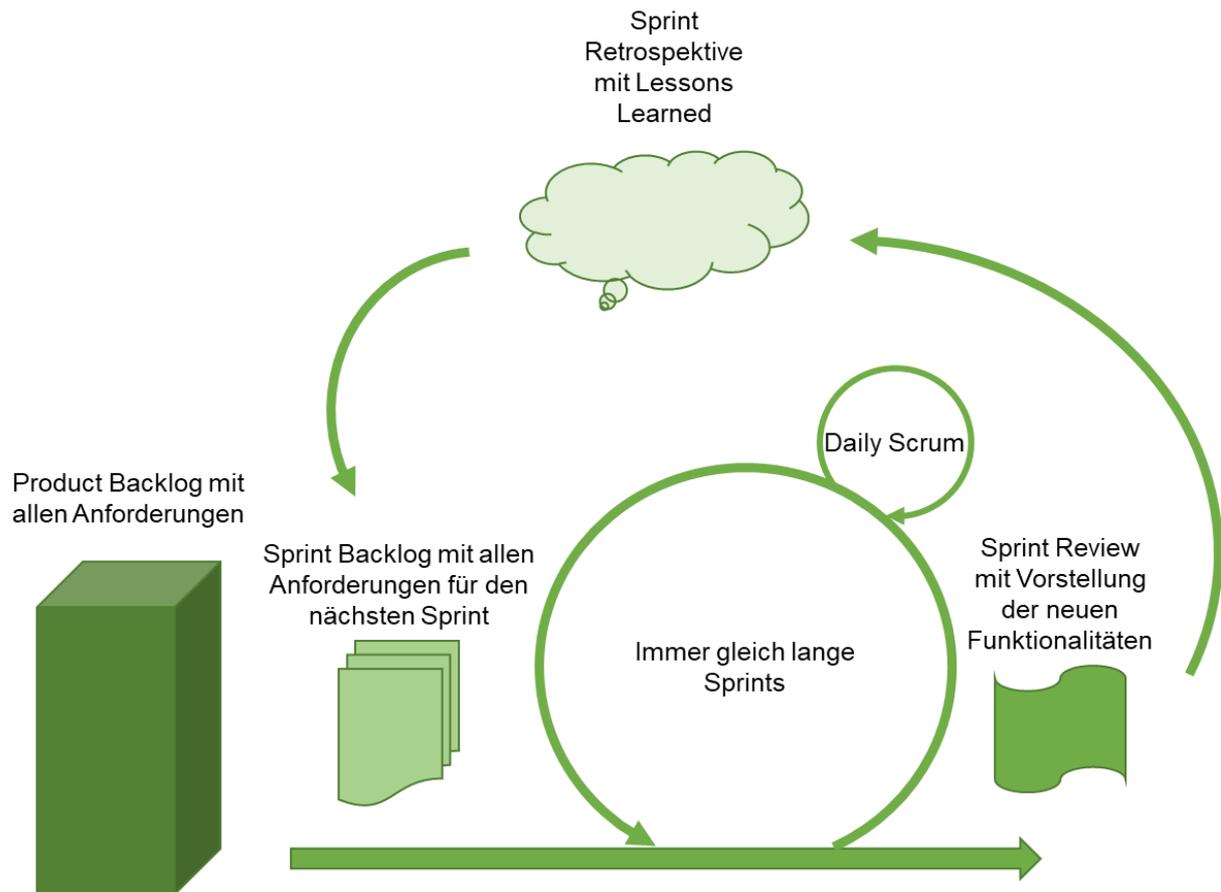


Abbildung 5: Eigene Darstellung des Scrum Ablaufs

Rollen

Das Scrum Team besteht aus lediglich drei Rollen, dem Scrum Master, dem Product Owner und dem Entwicklungsteam. Diese Scrum Teams sind selbstorganisierend und interdisziplinär. Sie haben keine Vorgaben wie sie ihre Arbeit zu erledigen haben und besitzen alle erforderlichen Kompetenzen, ohne nach außen hin abhängig zu sein (Schwaber und Sutherland 2018). In Abbildung 6 kann man die einzelnen Rollen und ihre zugehörigen Aufgaben sehen.

2. Grundlagen zu Vorgehensmodellen im Projektmanagement der Automobilindustrie



Abbildung 6: Rollen in Scrum in Anlehnung an Schwaber und Sutherland (Schwaber und Sutherland 2018)

Artefakte

Nach Timinger sind Artefakte im Kontext von Vorgehensmodellen Zwischen- oder Endergebnisse (Timinger 2017, S. 169). Bei Scrum repräsentieren sie die Arbeit oder den Wert, um Transparenz sowie Möglichkeiten zur Überprüfung und Anpassung zu schaffen (Schwaber und Sutherland 2018).

Product Backlog

Das Product Backlog ist eine Ansammlung von Anforderungen, sogenannter User Stories, die das Produkt erfüllen muss. Diese Anforderungen können sich im Laufe des Projekts verändern und müssen deshalb vom verantwortlichen Product Owner immer wieder angepasst und neu priorisiert werden (Timinger 2017, S. 173). Die Größe der User Stories wird hierbei geschätzt. Ein Product Backlog Eintrag beinhaltet somit alle Features, Funktionalitäten, Verbesserungen und Fehlerbehebungen, die für den folgenden Release notwendig sind (Schwaber und Sutherland 2018).

Sprint Backlog

Das Sprint Backlog gehört ausschließlich dem Entwicklungsteam und beinhaltet alle Aufgaben, auch Tasks genannt, die im aktuellen Sprint umgesetzt werden sollen (Timinger 2017, S. 176). Veränderungen am Sprint Backlog können nur durch das Entwicklungsteam vorgenommen werden. Um den Fortschritt überwachen zu können,

2. Grundlagen zu Vorgehensmodellen im Projektmanagement der Automobilindustrie

werden zur Visualisierung häufig Taskboards, siehe Abbildung 7, oder auch Burn Down Charts verwendet, siehe Abbildung 8.

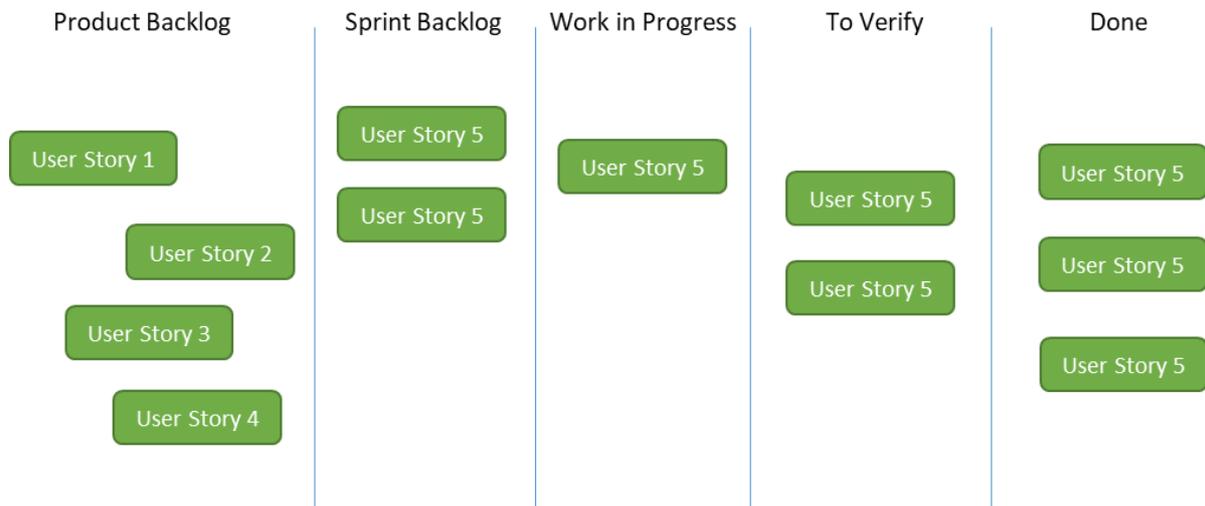


Abbildung 7: Beispieldarstellung eines Taskboards

Das dargestellte Taskboard gibt einen Überblick über die User Stories im Product Backlog sowie über die einzelnen User Stories, die in den Sprints bearbeitet werden sollen. Mit Hilfe des Burn Down Charts kann der Fortschritt im jeweiligen Sprint beobachtet werden.

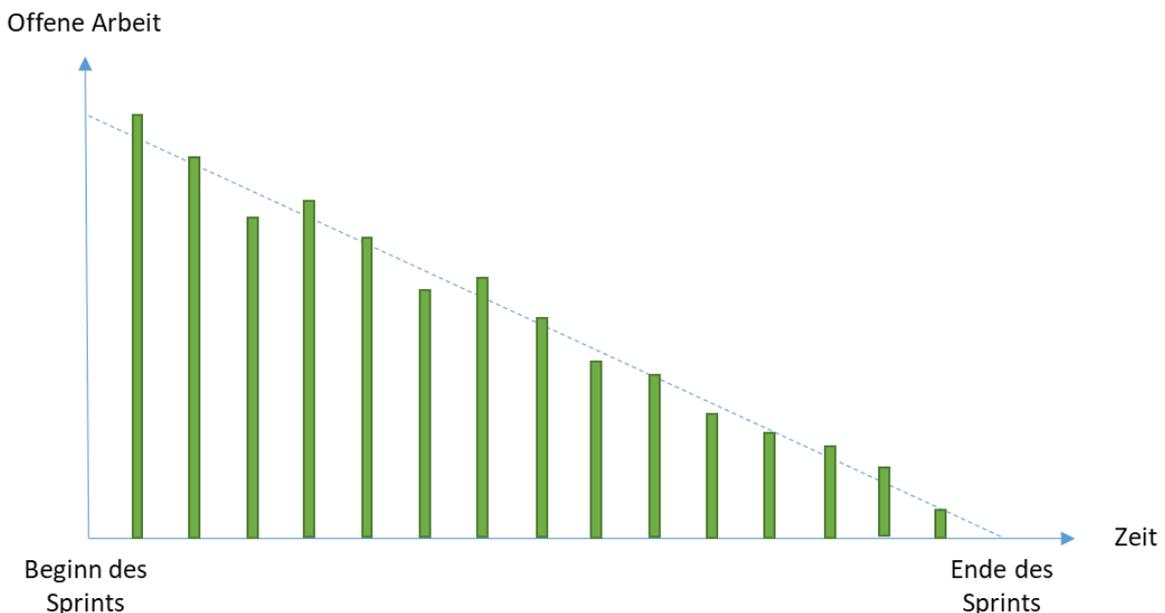


Abbildung 8: Beispieldarstellung eines Burn Down Charts

2. Grundlagen zu Vorgehensmodellen im Projektmanagement der Automobilindustrie

Inkrement

Nach Schwaber und Sutherland ist das Inkrement das Ergebnis aus allen in einem Sprint fertiggestellten Product Backlog Einträgen und dem Resultat der Inkremente aller früheren Sprints (Schwaber und Sutherland 2018). Das Inkrement muss am Ende des Sprints entsprechend der Definition of Done fertiggestellt und in einem vorzeigbaren, auslieferungsbereiten Zustand sein.

Events

In Scrum gibt es fest vorgegebene Events, Ereignisse, mit Hilfe derer sichergestellt werden soll, dass unnötige Besprechungen vermieden werden. Jedes dieser Events hat eine zeitliche Beschränkung, eine sogenannte Time Box, die unbedingt einzuhalten ist (Schwaber und Sutherland 2018).

Sprint

Das zentrale Ereignis in Scrum ist der Sprint, welcher, nach Schwaber und Sutherland, eine Time Box von maximal einem Monat hat. Innerhalb eines Sprints müssen die geforderten User Stories vom Entwicklungsteam umgesetzt werden und so ein nutzbares Produkt entsteht. Ein Sprint beinhaltet das Sprint Planning, die Daily Scrums, die Entwicklungsarbeit, das Sprint Review und die Sprint Retrospective. Während des Sprints werden keine Änderungen vorgenommen und ein Abbruch kann nur erfolgen, wenn der Product Owner das Sprint Ziel nicht mehr als sinnvoll erachtet (Schwaber und Sutherland 2018).

Sprint Planning

Im Sprint Planning wird die Arbeit für den anstehenden Sprint durch das komplette Team geplant. Die Planung hat zum Ziel, die Arbeit und das Vorgehen für den Sprint zu definieren. Das Entwicklungsteam wählt hierbei Einträge aus dem Product Backlog aus und anschließend erläutert der Product Owner diese genauer. Danach legt das Entwicklungsteam das Vorgehen für die Umsetzung der Punkte fest. Als letzten Punkt wird noch die Definition of Done bestimmt, ab wann die einzelnen Tasks abgeschlossen sind. Dieses Event hat eine Time Box von maximal 8 Stunden (Schwaber und Sutherland 2018).

2. Grundlagen zu Vorgehensmodellen im Projektmanagement der Automobilindustrie

Daily Scrum

Wie der Name bereits vermuten lässt, handelt es sich hierbei um eine tägliche Besprechung des Entwicklungsteams mit einem Zeitlimit von 15 Minuten. Dies dient dem Entwicklerteam zur Synchronisation ihrer Aktivitäten, der Planung für die nächsten 24 Stunden und dem Report von Problemen (Schwaber und Sutherland 2018).

Sprint Review

Am Ende eines Sprints findet das Sprint Review statt, in dem das Team die aktuellen Ergebnisse präsentiert und die Möglichkeit bietet, das Product Backlog anzupassen. Die Teilnehmer, das Scrum Team und die Stakeholder, werden vom Product Owner eingeladen. Durch die Vorstellung der Ergebnisse des Entwicklungsteams können Feedback und gewünschte Änderungen zum nächsten Sprint berücksichtigt werden. Dieses, vom Scrum Master organisierte Event, wird mit einer Time Box von 4 Stunden angesetzt (Schwaber und Sutherland 2018).

Sprint Retrospektive

In der Sprint Retrospektive hat das Scrum Team die Möglichkeit, sich selbst zu überprüfen und notwendige Verbesserungen einzusteuern. Dieser dreistündige Termin findet zwischen Sprint Review und Sprint Planning statt. Hierbei soll der vorangegangene Sprint Revue passiert werden lassen und die eingesetzten Werkzeuge und Prozesse sowie die Zusammenarbeit innerhalb des Teams evaluiert werden. Ziel ist es Verbesserungspotentiale zu identifizieren und diese auf den nächsten Sprint anwendbar zu machen (Schwaber und Sutherland 2018).

Auch in der Automobilbranche versucht man, vor allem in der Entwicklung, Scrum oder zumindest Teile von Scrum zu implementieren (Kugler Maag CIE 2017). Da dies aber ein langfristiger Prozess ist, bis ein Konzern seine bekannte Arbeitsweise umstellt, wird es oft nur in bestimmten Bereichen oder Abteilungen umgesetzt. Um den ganzen Nutzen von Scrum zu erreichen, müsste es allerdings viel konsequenter angegangen werden.

2.2.2 Kanban

Der Begriff Kanban kommt aus dem Japanischen und bedeutet so viel wie Signal (kan) – Karte (ban). Ursprünglich von Toyota, Mitte des 20. Jahrhunderts, als Methode zur Flexibilisierung und Effizienzsteigerung in der Produktion entwickelt, wurde es durch David J. Anderson auf das Projektmanagement übertragen (Timinger 2017, S. 198). Die Methode basiert auf dem Pull-Prinzip, was bedeutet, dass sich jeder Mitarbeiter seine Aufgaben selbst aussucht und diese nicht von einem Projektleiter zugeteilt werden. Dadurch soll die Selbstorganisation gefördert werden (Timinger 2017, S. 198).

Grundprinzipien (Timinger 2017, S. 199)

Kanban liegen vier Grundprinzipien zu Grunde, welche hier kurz erläutert werden.

- Starte mit dem, was Du gerade machst
Kanban startet am aktuellen Punkt des Projekts. Alle beteiligten Personen und deren Kompetenzen müssen bekannt sein, sowie die eingesetzten Werkzeuge und die Bearbeitungsdauer der Arbeitspakete.
- Strebe inkrementelle, evolutionäre Veränderungen an
Durch die Erfassung der Durchlaufzeit können Verbesserungen im Prozess sichtbar gemacht werden. Deswegen muss diese regelmäßig ermittelt werden.
- Respektiere aktuelle Prozesse, Rollen, Verantwortlichkeiten und Titel
Gegenüber bestehenden Konstrukten im Projekt ist Respekt unbedingt entgegenzubringen, um Abneigung und ablehnende Haltung zu vermeiden. Nur so können Veränderungen realisiert werden.
- Fördere Führung und Verantwortung auf allen Ebenen der Organisation
Durch die Selbstorganisation soll bereits auf Teamebene ein steigendes Verantwortungsbewusstsein gefördert werden. Allerdings wird bei Kanban nicht direkt vorgegeben, wie dies umzusetzen ist.

Praktiken (Timinger 2017, S. 202)

Es gibt sechs Praktiken, an die sich bei der Arbeit nach Kanban gerichtet werden sollte:

- Mache die Arbeit sichtbar
Um eine Übersicht aller Arbeitspakete und deren aktuellen Stand zu bekommen, wird bei Kanban sehr häufig ein sogenanntes Kanban-Board,

2. Grundlagen zu Vorgehensmodellen im Projektmanagement der Automobilindustrie

wie in Abbildung 9 zu sehen, verwendet. Durch die Visualisierung können Probleme leichter identifiziert und alle Beteiligten auf einen gemeinsamen Stand gebracht werden.

- Limitiere die Menge angefangener Arbeiten
Dadurch soll der Fokus auf die aktuell zu verrichtenden Arbeiten gelegt werden. Auch eine Über- oder Unterlastung soll damit vermieden werden.
- Messe und manage den Fluss
Durch die regelmäßige Erfassung und Verbesserung der Durchlauf- und Wartezeiten sollen mögliche Risiken früher identifiziert und eliminiert werden.
- Mache Prozessregeln explizit (eindeutig und bekannt)
Alle Beteiligten sollen die festgelegten Regeln und Prozesse kennen und befolgen bzw. anwenden können. Fallen hier Regeln auf, die sich negativ auswirken können, müssen diese verbessert oder ersetzt werden.
- Entwickle Rückmeldemechanismen
Durch regelmäßiges Feedback lassen sich Projektfortschritt sowie mögliche Schwachpunkte im Prozess lokalisieren und Maßnahmen dagegen können eingeleitet werden. Tägliche Besprechungen wie in Scrum sind nicht vorgeschrieben, können aber zur Etablierung einer nachhaltigen Feedbackkultur beitragen.
- Führe gemeinschaftlich Verbesserungen durch
In Folge der Rückmeldungen und vorhandenen Ergebnisse müssen Verbesserungsmöglichkeiten gemeinschaftlich analysiert, diskutiert und eingeleitet werden. Dabei gilt es den Teamgedanken zu verinnerlichen und zusammen Verbesserungen umzusetzen.

Rollen

Kanban schreibt kein festes Rollenmodell vor (Eisenberg 2018). Dies ist Aufgabe des Veränderungsmanagements, weshalb die im Unternehmen bereits etablierten Rollen anfangs bestehen bleiben. Durch die ständige kritische Begutachtung der Abläufe und der kontinuierlichen Verbesserung, wird schnell klar, welche Rollen abgeschafft und welche ergänzt werden müssen.

Funktionsweise

Wie bereits erwähnt, gibt es zur Visualisierung der Arbeitspakete und des aktuellen Stands ein Kanban-Board, siehe Abbildung 9. Die Spalten zeigen die Phasen, in denen sich die Arbeitspakete befinden. Die „Überholspur“ ist für Arbeiten mit höchster Priorität gedacht, d.h. diese sollten so schnell wie möglich bearbeitet und abgeschlossen werden. Die einzelnen Tasks wandern im Laufe des Projekts von links nach rechts und zeigen so den aktuellen Stand.



Abbildung 9: Eigene Darstellung eines Kanban Boards

Vorteile/Nachteile

Durch die Visualisierung mittels des Kanban-Boards können alle Beteiligten den Fluss der Abarbeitung und den aktuellen Stand der Arbeitspakete einsehen. Diese Transparenz fördert das Verantwortungsbewusstsein der einzelnen Mitarbeiter und regt zur Abgabe von regelmäßigem Feedback an. Aufgrund nicht vorhandener Time Boxen ist Kanban sehr gut für kurzfristige Änderungen auf Anforderungsseite geeignet, da hierfür jederzeit Anpassungen und Einsteuerung neuer Tasks in den Aufgabenpool möglich sind (Eisenberg 2018).

Da bei Kanban keine festen Rollen vorgegeben sind, besteht die Gefahr, dass sich einzelne Mitarbeiter etwas zurücknehmen und sich entweder nur einfache Aufgaben aussuchen oder gleich weniger arbeiten als ihre Kollegen. Um dem entgegenzuwirken werden teilweise die Namen der Mitarbeiter auf den Tasks vermerkt, damit gleich ersichtlich ist, welcher Mitarbeiter welche Aufgaben mit welchem Schwierigkeitsgrad bearbeitet hat. Auch bedarf es für die Selbstorganisation des Teams eine gewisse Einlernphase und eventuell eines Coachings.

2.3 Hybride Vorgehensmodelle

Als hybride Vorgehensmodelle versteht man die Verbindung von zwei oder mehreren unterschiedlichen Vorgehensmodellen. Das bedeutet, es werden Methoden, Rollen Prozesse und Phasen unterschiedlicher Vorgehensmodelle verwendet (Timinger 2017, S. 241). Dies ist sinnvoll, wenn für bestimmte Projekte keine bekannten Modelle passen oder es Phasen aus unterschiedlichen Modellen gibt, die in Verbindung den Mehrwert deutlich steigern können. Auch durch interne Vorgaben und Compliance Anforderungen kann es nach West erforderlich sein, nur begrenzt agile Aspekte in traditionellen Vorgehensmodellen einzubinden (West 2011, S. 9). Da hierbei unzählige Varianten möglich sind, werden im Folgenden nur zwei bekannte hybride Vorgehensmodelle kurz angeschnitten.

2.3.1 Wasser-Scrum-Fall

Ein bekanntes hybrides Vorgehensmodell ist das Wasser-Scrum-Fall-Modell. Die Anforderungen werden hierbei oft traditionell ermittelt, da diese häufig in Absprache mit dem Kunden entstehen. Wie in Abbildung 10 zu erkennen ist, findet der Implementierungs- bzw. Umsetzungsteil mit Scrum statt, während die Test- und Auslieferungsphase wieder dem traditionellen Vorgehen folgen. Die Phasen des Wasserfallmodells bleiben nach Timinger erhalten (Timinger 2017, S. 267). Welche Phasen mit Hilfe von Scrum umgesetzt werden ist allerdings nicht vorgegeben.

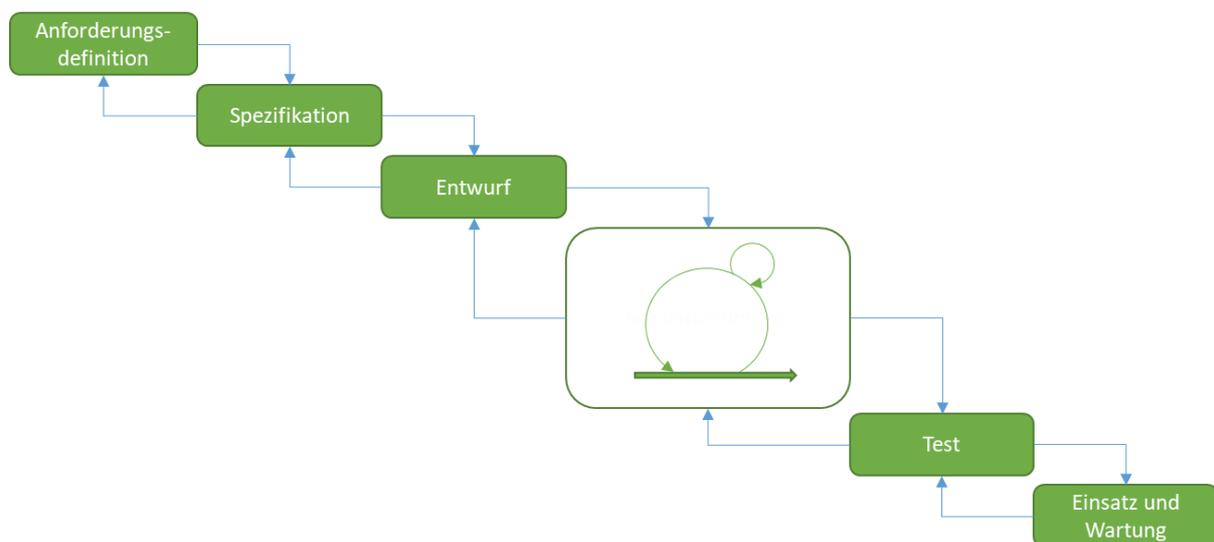


Abbildung 10: Eigene Darstellung eines Wasser-Scrum-Fall Modells

Das sogenannte ScrumFall-Modell hat denselben Ansatz wie das Wasser-Scrum-Fall-Modell. Es besteht aus drei Phasen, dem Phasen Pre-Game, Development und Post Game. Dabei werden auch zuerst die Anforderungen definiert und die Architektur des Produktes festgelegt. Anschließend wird nach Scrum entwickelt und das Produkt in der letzten Phase getestet und ausgeliefert. Meist wird dies in großen Software Projekten angewandt. Durch das starre Einfordern der Anforderungen soll eine gewisse Qualität der Software sichergestellt werden (Schatten et al. 2010, S. 48). Die Umsetzung erfolgt meist iterativ.

Für die Automobilindustrie ist dieses Modell durchaus interessant, da nicht der komplette Prozess agil ausgerichtet werden muss, sondern nur die Umsetzung bzw. die Implementierung. Dadurch bleibt die benötigte Rückverfolgbarkeit bestehen aber es kann trotzdem agil entwickelt werden. Aktuell wird dieses Modell häufig in der Software Absicherung verwendet (Bergsmann und Unterauer 2018).

2.3.2 V-Scrum-Modell

Bei diesem Vorgehensmodell wird die agile Umsetzung nach Scrum in das traditionelle V-Modell integriert, siehe Abbildung 11. Dabei werden zunächst die Anforderungen, Spezifikationen und das Design nach dem linken Ast des V-Modells ermittelt. Die Implementierung folgt entsprechend Scrum mit den bekannten Events, Rollen und Artefakten, um möglichst schnell testbare Ergebnisse zu liefern. Diese werden dann entsprechend des rechten Astes mittels Tests validiert und verifiziert (Timinger 2017, S. 267). Da das V-Modell meist zur Sicherstellung einer hohen Rückverfolgbarkeit verwendet wird, müssen Maßnahmen getroffen werden, die dies auch bei einer agilen Implementierung nachweisen können. Nach Timinger kann ein „Design Freeze“, also ein Einfrieren der Anforderungen zu Beginn der Implementierung, Abhilfe schaffen. Falls doch noch Änderungen vorgenommen werden müssen, muss die mittels geeignetem Änderungsmanagement eingesteuert und dokumentiert werden (Timinger 2017, S. 268).

2. Grundlagen zu Vorgehensmodellen im Projektmanagement der Automobilindustrie

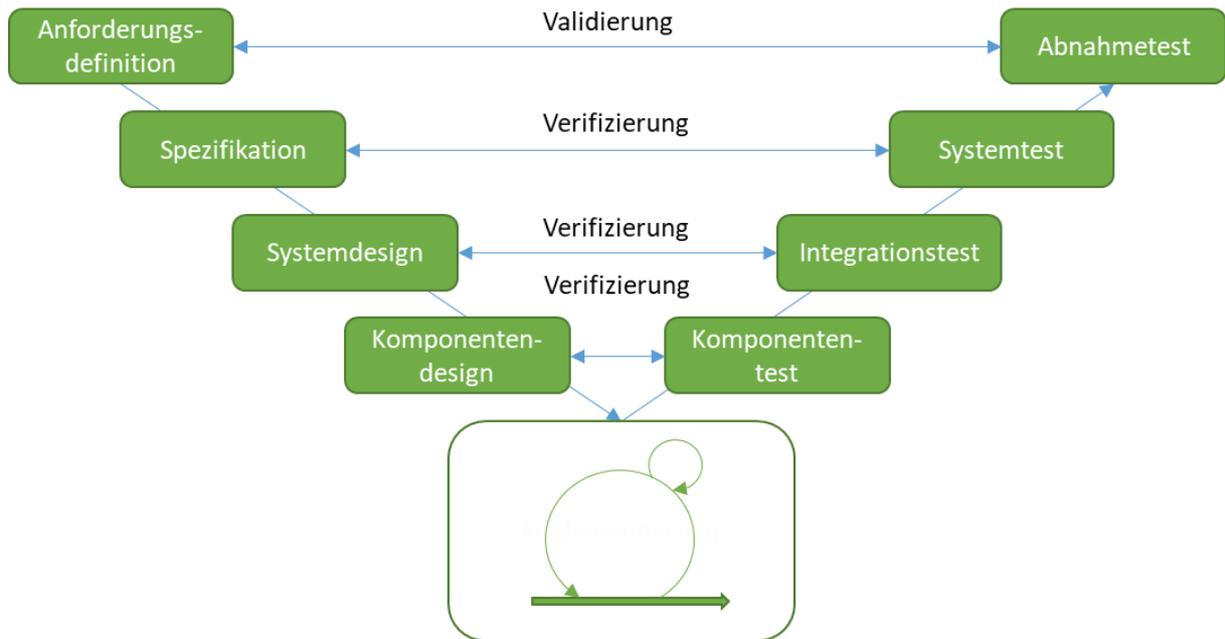


Abbildung 11: Eigene Darstellung eines V-Scrum Modells

2.4 Relevanz der Vorgehensmodelle in der Automobilindustrie

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass viele der oben genannten Vorgehensmodelle in der Automobilindustrie angewendet werden. Entscheidend für die Wahl des jeweiligen Vorgehens ist der Bereich, Software oder Hardware, und die Mentalität der Mitarbeiter bzw. die Vorgaben der verschiedenen Unternehmen.

So sind beispielsweise asiatische Hersteller sehr viel agiler in ihren Projekten unterwegs als die deutschen Firmen (Ibing und Mertens 2017). Das wird allerdings schon vom Management so vorgelebt und den Mitarbeitern vermittelt. Insbesondere deutsche Automobiler arbeiten noch nach den traditionellen Methoden, zum Beispiel nach dem Wasserfall- oder V-Modell, während die asiatische Konkurrenz verstärkt auf agiles Vorgehen setzt (Ibing und Mertens 2017).

Abgesehen von den kulturellen Unterschieden wird bei Software Projekten versucht, eher agile Vorgehensmodelle anzuwenden, da hier schnell Ergebnisse abgeliefert werden müssen und sich Anforderungen jederzeit ändern können. Ein aktueller Trend ist vor allem bei deutschen Herstellern zu erkennen, die langsam versuchen, auch ihre Hardware Entwicklung, gemäß dem Vorbild der Software Entwicklung, agil zu gestalten (Ibing und Mertens 2017). Deswegen trifft man häufig auf hybride Modelle bzw. eigene teil-agile Vorgehensweisen.

3. Modellierung von Prozessen in Vorgehensmodellen

In diesem Kapitel werden die Grundlagen erläutert, wie die Modellierung von Vorgehensmodellen umgesetzt wird, welche Schritte zu beachten sind bzw. wie man Verbesserungspotential erkennt und welche monetären Vorteile sich dadurch ergeben können. Da jeder Schritt innerhalb eines Vorgehensmodells aus unterschiedlichen Prozessen besteht, ist es wichtig, hierfür ein einheitliches Verständnis zu schaffen. Außerdem wird der Mehrwert der Modellierung von Prozessen erarbeitet, wieso Modellierungen überhaupt benötigt werden und mit welchen Tools und Werkzeugen dies exemplarisch umgesetzt werden kann.

In Kapitel 3.1 wird zunächst der Prozessbegriff definiert sowie die Entwicklung von der Funktions- zur Prozessorientierung skizziert. Im nachfolgenden Kapitel 3.2 wird Schritt für Schritt erörtert, wozu Modellierungen notwendig sind, inwiefern sie zur Analyse und Optimierung von Prozessen beitragen und nach welchem Vorgehen dies geschehen kann. In Kapitel 3.3 werden die Anforderungen an ein Modellierungswerkzeug genannt und ein Tool, Camunda, genauer betrachtet. Ein weiterer Schwerpunkt wird in Kapitel 3.4 behandelt. Hier werden die wirtschaftlichen Aspekte analysiert und in wie weit die Modellierung auch geldwerten Mehrwert bieten kann.

3.1 Entwicklung von der Funktions- zur Prozessorientierung und Prozessdefinition

Aufgrund der Tatsache, dass sich Unternehmen oftmals stark auf das funktionsorientierte Denken des Taylorismus ausgerichtet haben, sprich gleichartige Tätigkeiten oder Funktionen in Organisationseinheiten zusammenzufassen, konnten sie in den vergangenen Jahren viele lokale Optimierungen in diesen Funktionsbereichen umsetzen. Dies kann zwar zu Produktivitäts- und Qualitätssteigerungen innerhalb der einzelnen Bereiche führen, jedoch verliert dadurch der Gesamtzusammenhang an Bedeutung. Da Prozesse oft senkrecht entlang einer Organisationsstruktur laufen, entstehen viele Schnittstellen, z.B. zu anderen Abteilungen, welche die Effizienz verringern. In Abbildung 12 kann man die Ausrichtung von Prozessen in einem Unternehmen sehen, einmal traditionell nach Funktion und einmal nach Prozessen ausgerichtet (Roos 2009, S.7).

3. Modellierung von Prozessen in Vorgehensmodellen

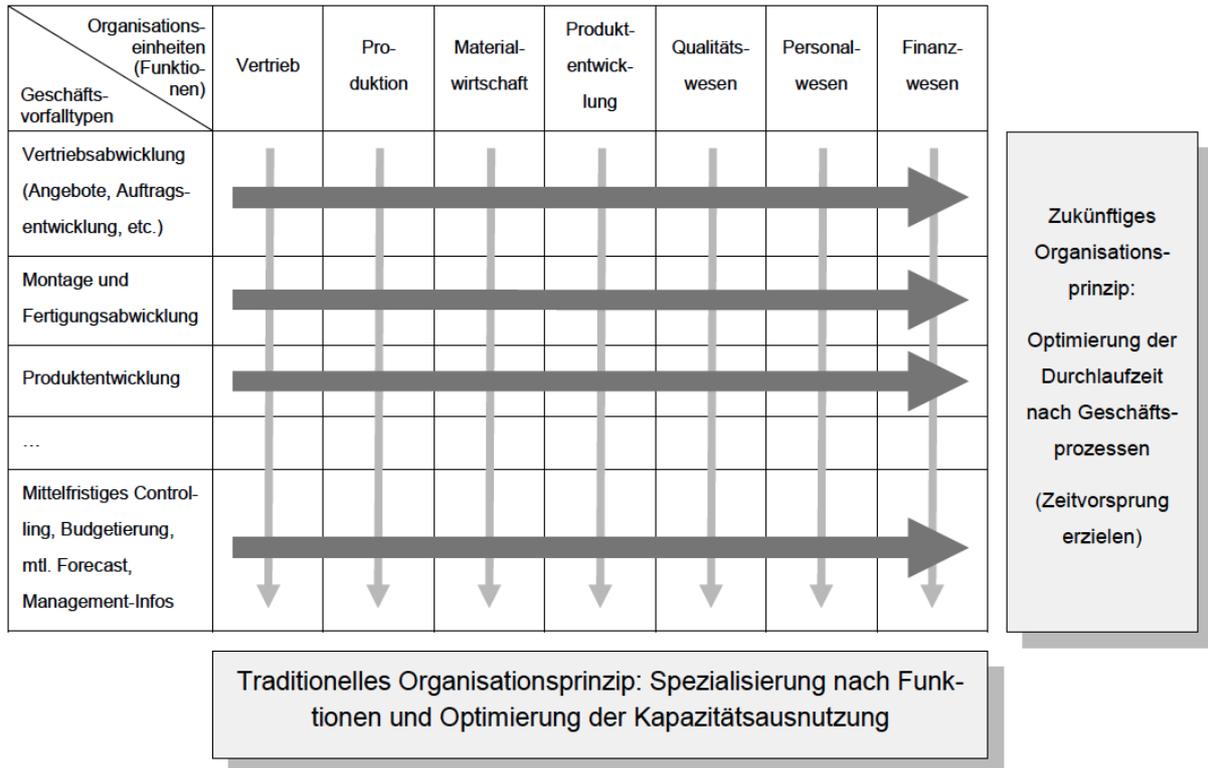


Abbildung 12: Neuausrichtung der Organisation (Roos 2009, S. 7)

Aufgrund dieses Vorgehens entstehen Zusatzaufwände und es kann darüber hinaus zu Wartezeiten und Fehler durch Kommunikationsprobleme kommen (Allweyer 2012, S. 12–16).

In einer dynamischen Umwelt brauchen Unternehmen die Fähigkeit, schnell und flexibel handeln zu können, da ansonsten Wettbewerbsnachteile entstehen. Wesentliche Probleme, die im Zusammenhang mit einer Funktionsorientierung auftreten können, sind große Aufwände in der Planung, Steuerung, Koordination und Kontrolle, sowie begrenzte Reaktionsfähigkeit, unzureichende Transparenz, Medienbrüche und lange Durchlaufzeiten (Roos 2009).

Die genannten Nachteile spielen allesamt eine große Rolle in der Automobilindustrie. Aufgrund der stetig anspruchsvolleren Gesetzeslagen, insbesondere im Bereich Autonomes Fahren, rückt die Transparenz, oder auch Traceability, zunehmend in den Vordergrund. Dadurch können sich die Unternehmen, Zulieferer sowie Dienstleister und Automobil-Hersteller, rechtlich absichern.

In der Produktion ist dies leichter umzusetzen als in der Entwicklung, denn während in der Produktion jedes Bauteil gekennzeichnet ist und bis zu ihrem Ursprung zurückverfolgt werden kann, ist es in der Entwicklung nicht immer so einfach zu

erkennen. Insbesondere die Einführung von agilen Vorgehensweisen, wie z.B. Scrum, bei denen nicht die Dokumentation, sondern das Produkt an erster Stelle steht, können diesen Effekt verstärken. Deshalb werden für gesetzlich relevante Themen eher hybride Vorgehensmodelle verwendet, bei denen oftmals nur die Implementierung als agiles Teilprojekt umgesetzt wird.

Um trotzdem eine gewisse Rückverfolgbarkeit zu gewährleisten und das Steuern und Monitoren überhaupt zu ermöglichen, müssen Kennzahlen, sogenannte KPIs, Key Performance Indicator, erfasst werden. Diese sind zum Beispiel Durchlaufzeit, Bearbeitungszeit oder Wartezeit. Damit kann auch der aktuelle Stand der Arbeit und Prognosen für den weiteren Verlauf des Projekts gegeben werden.

Nach Becker, Kugeler und Rosemann ist es in manchen Fällen weiterhin sinnvoll, funktionsorientierte Abteilungen in einem prozessorientierten Projekt zu schaffen. Das gilt vor allem dort, wo die Funktionsorientierung ihre Vorteile, wie Spezialisierung und effiziente Nutzung von Ressourcen, ausspielen kann (Becker et al. 2012, S. 8ff.).

Wie bereits erörtert, gibt es bei der klassischen Aufbauorganisation eine Gliederung der Unternehmung in Teilsysteme, wie Abteilungen oder Stellen, welche ihre klar zugeordneten Aufgaben haben (Grochla 1984, S. 290). Bei einer prozessorientierten Unternehmung steht hingegen die Ablauforganisation im Fokus, das bedeutet die Durchführung dieser Aufgaben und Koordination der zeitlichen und räumlichen Aspekte, also wer macht was wann und womit (Esswein 1993).

Wichtige Bestandteile solcher Aufgaben sind Aktivitäten. Dies sind die Arbeitsschritte, die für den Gewinn an Mehrwert durchgeführt werden müssen. Becker und Schütte bezeichnen den Prozess als zeitlich und inhaltlich abgeschlossene sowie sachlogische Folge von Aktivitäten, die zur Bearbeitung eines betriebswirtschaftlich relevanten Objektes notwendig sind (Becker 2004, S. 107ff.).

Ziel eines Prozesses ist es einen Wert zu schaffen. Schwarzer definiert den Prozess, wie in Abbildung 13 zu sehen ist: Durch einen Trigger wird der Prozess angestoßen, in dem ein bestimmtes Objekt als Input innerhalb eines definierten Zeitraums durch Mensch oder Maschine transformiert wird und den Prozess als Output verlässt (Schwarzer 1994, S. 34).

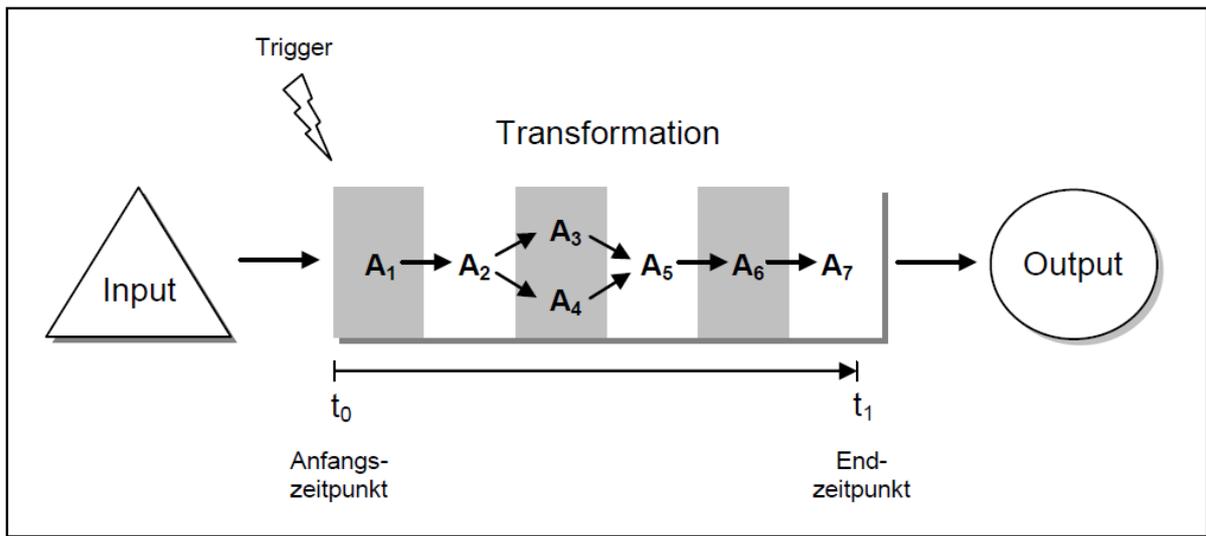


Abbildung 13: Prozess (Schwarzer 1994, S. 34)

Somit kann der Prozess über Input und Output beschrieben werden.

3.2 Vorgehen bei der Analyse und Optimierung mit Hilfe von Modellierung

Jede Phase in einem Vorgehensmodell beinhaltet eine Reihe von Prozessen, die verbessert werden können. Nach Auswahl eines Prozesses, meist dem mit dem größten Potential, kann mit dem Modellierungsprojekt gestartet werden. Das Auswahlverfahren ist dabei nicht Gegenstand dieser Arbeit.

In der ersten Phase wird der Modellierungsgegenstand, was modelliert werden soll, die Perspektiven, wofür modelliert werden soll, und die Modellierungsmethoden und –werkzeuge, wie modelliert werden soll, festgelegt (Becker et al. 2012, S. 21). Es muss genau definiert sein, um welchen Bereich es sich in der Analyse handelt und wie detailliert darauf eingegangen werden soll.

Als zweiten Schritt wird der aktuelle Ist-Stand analysiert bzw. modelliert. Hierbei werden alle beteiligten Abläufe und Beteiligte erfasst, welche Schnittstellen es gibt und die Betroffenen mit den Methoden und Werkzeugen vertraut gemacht. Dadurch können Schwachstellen und Verbesserungspotentiale aufgezeigt und beschrieben werden (Becker et al. 2012, S. 21). Aufgabe der nachfolgenden Sollmodellierung ist die Weiterentwicklung der aufgezeigten Potentiale und die Einbindung von angepassten Prozessen in den Ablauf. Dies geschieht meist nicht auf einmal, sondern in iterativen Schritten. In der Implementierungsphase werden die angepassten Abläufe, auch Workflows genannt, und Änderungen in der Aufbauorganisation

umgesetzt (Becker et al. 2012, S. 21). Dabei ist darauf zu achten, dass damit der eigentliche Verbesserungsprozess abgeschlossen ist, jedoch kontinuierliche Anpassungen erfolgen müssen, um eine dauerhafte Optimierung zu gewährleisten. In den folgenden Kapiteln werden die Vorbereitung, sowie die Ist- und Soll-Modellierung genauer erläutert.

3.2.1 Vorbereitung und Festlegung der Prozessmodellierung

Wie in Abbildung 14 zu sehen ist, sind einige Schritte vorab notwendig zu klären, um Prozessmodelle in einer gewissen Qualität schaffen zu können. Diese Aktivitäten können teilweise parallel durchgeführt werden oder, falls notwendig, Wiederholungsschleifen durchlaufen. Ziel ist es, eine qualitative Grundlage für die Modellerstellung zu liefern.

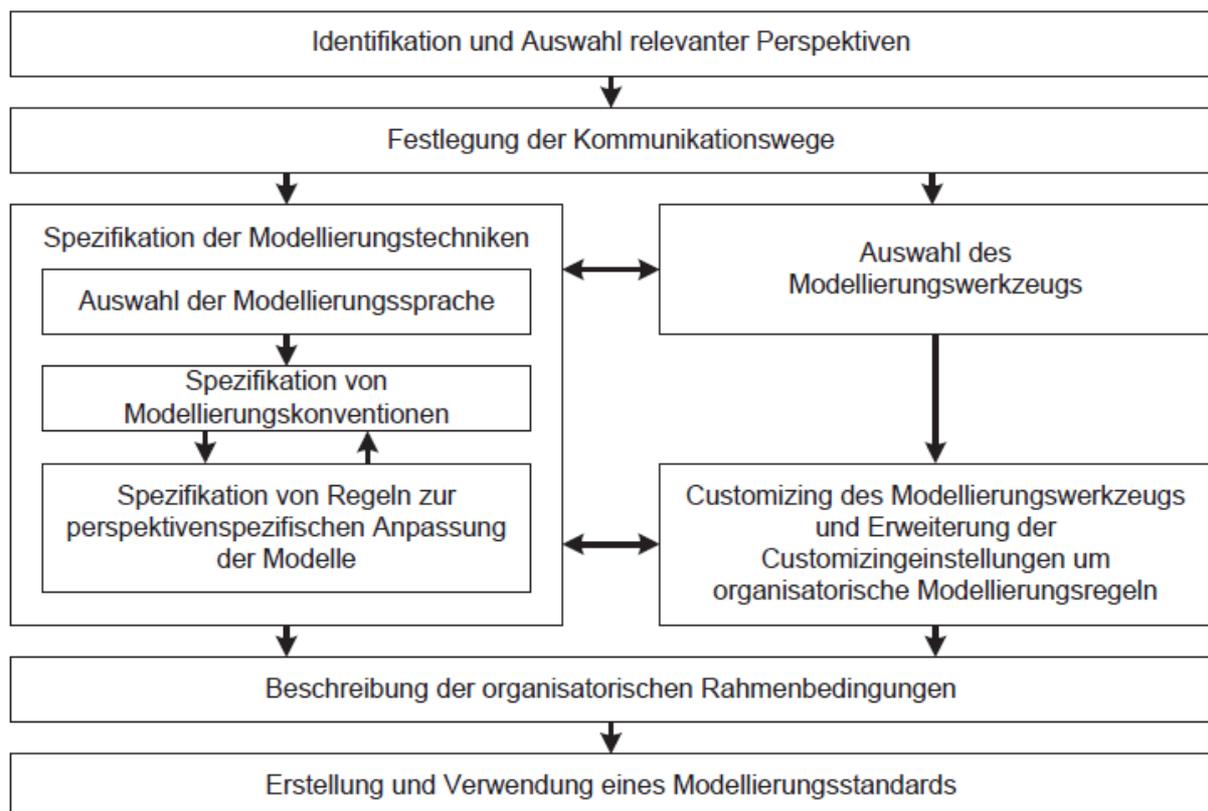


Abbildung 14: Schritte bei der Vorbereitung und Festlegung der Prozessmodellierung (Becker et al. 2012, S. 51)

Identifikation und Auswahl relevanter Perspektiven

Bei der Modellierung muss berücksichtigt werden, dass viele unterschiedliche Beteiligte, Mitarbeiter, Abteilungen, etc., verschiedene Blickwinkel und Anforderungen

3. Modellierung von Prozessen in Vorgehensmodellen

haben, sogenannte Perspektiven. Deshalb muss zuerst herausgefunden werden, welche für die anschließende Modellierung relevant und welche redundant sind. Redundanzen sind aufgrund von erhöhtem Pflegeaufwand und Gefährdung der Konsistenz der Modelle zu vermeiden (Delfmann 2006). Die folgende Abbildung 15 zeigt mögliche Einsatzzwecke von Prozessmodellen, welche sich zum einen auf die Organisationsgestaltung und zum anderen auf die Anwendungssystemgestaltung beziehen.

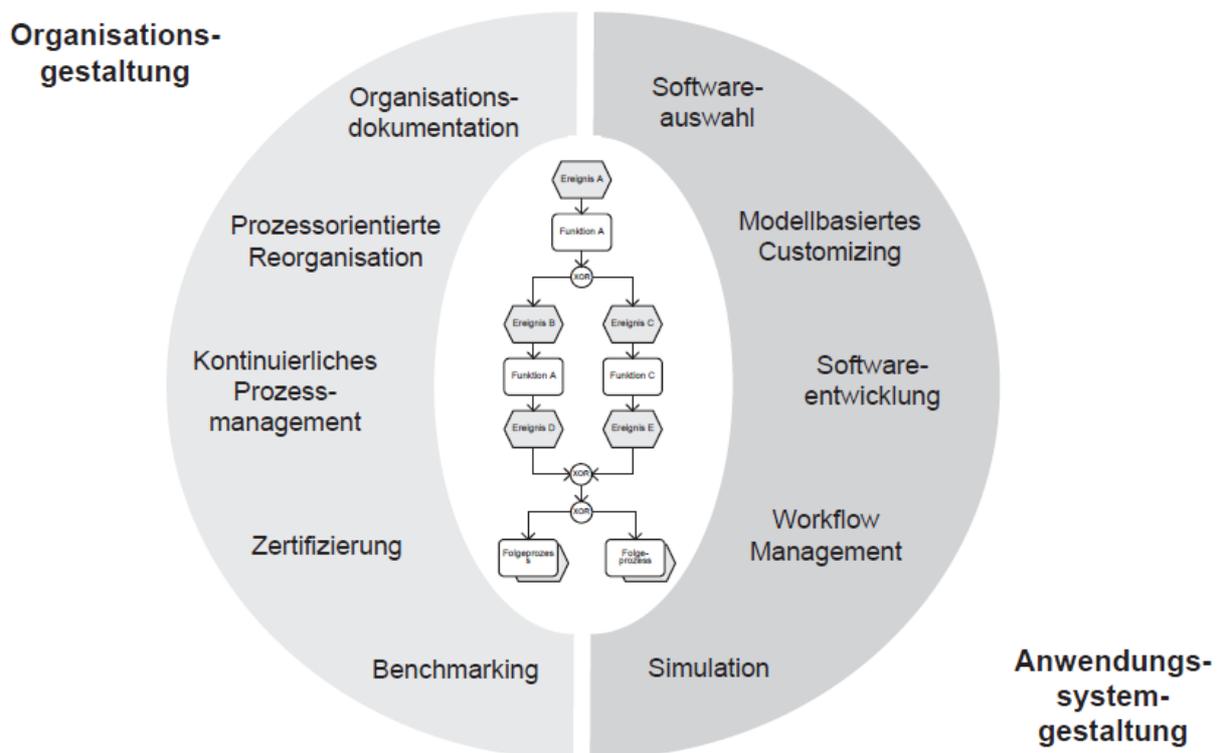


Abbildung 15: Einsatzzwecke von Prozessmodellen (Becker et al. 2012, S. 59)

- Organisationsdokumentation

Eine gute Dokumentation von Prozessen in einer Organisation erhöht die Transparenz und kann die Kommunikation eindeutig verbessern. Damit alle Beteiligten die Modelle verstehen können, müssen diese leicht verständlich, nachvollziehbar und aktuell sein. Die Erstellung und Pflege jener Modelle sind jedoch mit hohem Aufwand verbunden, was dazu führt, dass die Prozesse oft veraltet und inhaltlich unvollständig sind.

- **Prozessorientierte Reorganisation**
Im Rahmen der Reorganisation sollen mit Hilfe von Prozessmodellen, sowohl für Neuorganisationen als auch für Prozessverbesserungen, Schwachstellen identifiziert und dokumentiert werden.
- **Kontinuierliches Prozessmanagement**
Hierbei liegt das Augenmerk auf einer langfristig ausgelegten Planung, Durchführung und Kontrolle der Prozesse. Durch einen Vergleich der Solldaten mit den Istdaten können mögliche Probleme früh erkannt und durch eine automatisierte Auswertung bzw. Kontrollmechanismen die Wirtschaftlichkeit der Prozesse gemessen werden (Dijkman et al. 2011).
- **Zertifizierung**
Um erfolgreich zertifiziert zu werden, brauchen Unternehmen eine vollständige und aussagekräftige Dokumentation. Dies lässt sich mittels Prozessmodellen einfacher umsetzen als beispielsweise mit Textdokumentationen. Durch Prozessaudits wird anschließend die Umsetzung der Prozesse geprüft. Außerdem muss jedes Modell mit einem Gültigkeitszeitraum versehen und Anpassungen oder Änderungen ausreichend dokumentiert werden.
- **Benchmarking**
Hierbei handelt es sich um den Vergleich von Strukturen und Kennzahlen. Dabei können, falls mit den Modellen vergleichbar und verfügbar, Prozesskennzahlen, wie etwa die Durchlaufzeit, aber auch ganze Prozessmodelle verglichen werden.
- **Softwareauswahl**
Da es mehrere Anbieter von Unternehmenssoftware mit ähnlicher Funktionalität gibt, ist ein mögliches Vorgehen bei der Auswahl, die unternehmensspezifischen Prozessmodelle mit den Modellen in der Software abzugleichen und diese anschließend zu bewerten. Allerdings muss dabei auf denselben Detaillierungsgrad geachtet werden, da ansonsten keine fundierte Bewertung möglich ist.
- **Modellbasiertes Customizing**
Darunter ist Konfiguration von Standardsoftware mit Hilfe von Referenzmodellen zu verstehen. Dies wird in vielen Lösungen bereits angeboten und verringert den Aufwand der Softwareeinführung erheblich.
- **Softwareentwicklung**

Um eine gute Traceability zu gewährleisten, wird in der Softwareentwicklung sehr viel Wert auf dokumentierte Beziehungen von Informationen gelegt. Dieser Aspekt ist hierbei wichtiger als betriebswirtschaftliche Faktoren anzusehen.

- Workflow Management

Im Vergleich zu Prozessmodellen sollen in Workflow Modellen Qualifikationen, Befugnisse sowie Input- und Outputdaten dargestellt werden. Dabei werden die Prozessmodelle durch die erwähnten Attribute ergänzt.

- Simulation

Bei der Simulation von Prozessen soll das Verhalten während der Durchführung betrachtet werden. Somit können Schwachstellen identifiziert werden, die nur bei laufendem Betrieb auftreten, wie zum Beispiel hohe Wartezeiten. Ähnlich wie beim Workflow Management werden viele Attribute benötigt, um einen detailgetreuen Ablauf zu simulieren.

Mit Hilfe der vorgestellten Einsatzzwecke ist nun zu klären, welche Anforderungen an die Modellierung bestehen und welche Zwecke damit verfolgt werden. Durch eine anschließende Rücksprache mit allen Verantwortlichen kann eine Auswahl erfolgen und zum nächsten Schritt, der Festlegung der Kommunikationswege, weitergegangen werden.

Festlegung der Kommunikationswege

Die Auswahl der Kommunikationswege ist, vor allem, wenn sehr viele Verwender des Modells involviert sind, frühzeitig zu erledigen. Dadurch werden Missverständnisse umgangen und jeder fühlt sich rechtzeitig abgeholt und informiert. Einige Möglichkeiten der Ausbreitung von Informationen werden hier genannt.

- Visualisierung mittels Poster oder Plots

In vielen Büros ist es mittlerweile geläufig, dass große Poster, Plakate oder Plots an den Wänden befestigt werden, um wichtige Informationen oder Prozesse für Mitarbeiter dauerhaft zu veranschaulichen. Dadurch festigt sich das Vorgehen in den Köpfen und wird unbewusst verankert. Allerdings bedeutet eine Aktualisierung großen Mehraufwand und Zusatzkosten.

- Nachschlagewerke in Form von Handbüchern oder Wissensspeichern auf Servern

Eine weitere Möglichkeit der Ausweitung von Wissen ist das Ausgeben von Handbüchern oder Heften, sowie das Anlegen von Wissensspeichern auf firmeninternen Servern. Bei der Herausgabe von Handbüchern ist darauf zu achten, dass die komplette Information oder der Prozess abgebildet werden können. Wie bei der Aktualisierung von Postern gibt es auch hier einen großen Aufwand hinsichtlich Zeit und Kosten. Die Pflege von Wissensspeichern gestaltet sich zwar leichter umsetzbar als von Handbüchern, allerdings wird hierfür vor allem die Ressource Zeit beansprucht, was ebenso zu erhöhten Kosten führen kann.

- Intranet

Eine elegante Art der Informationsverteilung ist die Veröffentlichung im Intranet. Dabei können Berechtigungen nur für relevante Personen erteilt werden und somit vor Unbefugten versteckt werden. Auch die Aktualisierung gestaltet sich hierfür wesentlich leichter und Verlinkungen zu Dokumenten oder Anwendungen direkt aus dem Prozessmodell heraus sind möglich. Dadurch können Nutzer genau zur passenden Stelle im Prozess springen und somit ihre Arbeitseffizienz steigern.

Allgemein lässt sich sagen, dass durch eine frühe Festlegung der Kommunikationswege und der Bekanntmachung jener, viele Unklarheiten beseitigt und Nachfragen präventiv entgegengesteuert werden kann.

Spezifikation der Modellierungstechniken

Nach der Identifikation der relevanten Perspektiven, müssen Modellierungstechniken gefunden werden, mit denen die Anforderungen entsprechend abgebildet werden können. Dazu muss als erstes die geeignete Modellierungssprache gewählt werden. Diese entspricht der Technik, mit der das Modell umgesetzt wird. Geläufige Modellierungssprachen sind zum Beispiel die ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK), Wertschöpfungskettendiagramme oder Petri-Netze (Becker et al. 2012, S. 63).

Aber auch Organigramme oder Datenflussdiagramme zählen zu den relevanten Modellierungssprachen. Eine Gemeinsamkeit aller Modellierungssprachen sind Objekttypen, die eine definierte Bedeutung haben. In einer ereignisgesteuerten

Prozesskette können das Funktionen, Ereignisse, Konnektoren, Kanten oder Organisationseinheiten sein (Becker et al. 2012, S. 64). Die spezifische Verwendung eines solchen Objektes wird dabei als Objektausprägung bezeichnet.

Im Folgenden wird kurz auf Wertschöpfungskettendiagramme und ereignisgesteuerte Prozessketten eingegangen und anschließend die Business Process Model and Notation, kurz BPMN, vorgestellt. Der Beispielprozess in Kapitel 4 wird mit dieser Modellierungssprache erstellt und analysiert.

- Wertschöpfungskettendiagramm

Um die Abfolge von Funktionen, die zur Wertschöpfung eines Produktes notwendig sind, darzustellen, werden Wertschöpfungskettendiagramme verwendet (Porter 2008). Dabei wird der Objekttyp Funktion entweder mit einer Vorgänger-/Nachfolger-Beziehung oder mit einer hierarchischen Beziehung verwendet (Becker et al. 2012, S. 66). Da jedoch nur übergeordnete Prozesse und Funktionen ohne einen entsprechenden Detaillierungsgrad skizziert werden, dient diese Modellierungssprache eher der Übersichtsdarstellung als einer exakten Definition des Ablaufs.

- Ereignisgesteuerte Prozesskette

EPKs dienen der Modellierung von Kontrollflüssen und sind auch für Laien ohne spezifische Fachkenntnisse nutz- und lesbar. In ihnen werden nicht nur Funktionen, Aktivitäten mit In- und Outputdaten, sondern auch Ereignisse und Konnektoren dargestellt. Ereignisse können neue Prozessobjekte, Attributänderungen, das Eintreffen eines bestimmten Zeitpunktes oder Bestandsveränderungen sein (Becker et al. 2012, S. 68). Konnektoren hingegen sind Verknüpfungen von Pfaden. Freund und Rücker bezeichnen diese Verknüpfungen für die BPMN als Gateways (Freund und Rücker 2019, S. 34). Dabei unterscheiden sie hauptsächlich drei Gateways:

- Datenbasiertes exklusives Gateway

Eine „entweder oder“ Verknüpfung, auch XOR-Gateway genannt. Dieses Gateway kann sowohl auseinander als auch zusammenführen.

- Paralleles Gateway

Eine Und-Verknüpfung, die Vorgänge parallelisierend oder synchronisierend trennt bzw. zusammenführt.

3. Modellierung von Prozessen in Vorgehensmodellen

- Datenbasiertes inklusives Gateway
Eine „entweder oder“ Verknüpfung oder eine Und-Verknüpfung, auch OR- oder IOR-Verknüpfung genannt. Hierbei kann entschieden werden, ob die Pfade verzweigend bzw. parallelisierend oder zusammenführend bzw. synchronisierend verlaufen.

Business Process Model Notation

In den letzten Jahren wurde die BPMN immer öfter verwendet und ist mittlerweile eine der am häufigsten angewandten Modellierungssprachen (Freund und Rücker 2019). Sie ist stark an die ereignisgesteuerte Prozesskette angelehnt, unterscheidet sich jedoch in der Darstellung und im Detaillierungsgrad. So können beispielsweise Aktivitäten verfeinert beschrieben werden. In den Abbildungen 16, 17 und 18 sind die am meisten genutzten Elemente der BPMN skizziert.

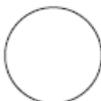
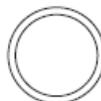
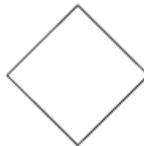
Element	Symbol		
Ereignis	 Startereignis	 Zwischenereignis	 Endereignis
Aktivität	 Aktivität		 Verfeinerte Aktivität
Gateway	 XOR-Gateway	 AND-Gateway	 OR-Gateway
Prozessfluss			

Abbildung 16: Grundelemente der BPMN (Becker et al. 2012, S. 72)

Ereignisse	Die Unterscheidung von Ereignissen erfolgt mit der Ausgestaltung des Kreisumfangs.
Aktivitäten	Wie bereits erwähnt, können bei BPMN Aktivitäten detaillierter beschrieben werden. Zu erkennen ist dies an einem Rechtecksymbol innerhalb der

3. Modellierung von Prozessen in Vorgehensmodellen

	Aktivität, was aufgeklappt und vergrößert werden kann.
Gateways	Die drei wichtigsten Gateways wurden bereits erläutert. Durch die unterschiedlichen Symbole werden diese entsprechend gekennzeichnet. Das XOR-Gateway wird häufig mit einem X versehen, die Bedeutung bleibt gleich.
Prozessfluss	Der Prozessfluss wird mit einem durchgezogenen Pfeil dargestellt und verbindet die Elemente.

Tabelle 2: Erklärung der Grundelemente der BPMN (Becker et al. 2012, S. 72)

Element	Symbol
Swimlane	
Pool	
Nachrichtenfluss	

Abbildung 17: Swimlane, Pool und Nachrichtenfluss (Becker et al. 2012, S. 73)

Swimlane	Die sogenannten Swimlanes kennzeichnen die organisatorische Durchführungsverantwortung. In ihnen werden die Aktivitäten platziert.
Pool	In Pools können Swimlanes zusammengefasst werden, um unterschiedliche Verantwortlichkeiten innerhalb eines Bereiches zu trennen.
Nachrichtenfluss	Ein gestrichelter Pfeil symbolisiert den Austausch von Nachrichten zwischen Pools oder Swimlanes.

Tabelle 3: Erklärung von Swimlane, Pool und Nachrichtenfluss (Becker et al. 2012, S. 73)

3. Modellierung von Prozessen in Vorgehensmodellen

Element	Symbol
Datenobjekt	
Gruppierung	
Anmerkung	
Verbindung	

Abbildung 18: Zusätzliche Elemente (Becker et al. 2012, S. 74)

Datenobjekt	Stehen für die Objekte, die im Prozessablauf bearbeitet werden. Sie beschreiben den In- und Output von Aktivitäten und werden mit gepunkteten Pfeilen verbunden.
Gruppierung	Inhaltlich zusammenhängende Elemente können mit Hilfe von Gruppierungen zusammengefasst werden.
Anmerkung	Können zur Dokumentation an Elemente angehängt werden.
Verbindung	Zeigen die Anbindung von Datenobjekten im Prozess.

Tabelle 4: Erklärung von zusätzlichen Elementen (Becker et al. 2012, S. 74)

Als nächsten Schritt muss sich auf eine bestimmte Modellierungssprache festgelegt werden. Dies ist abhängig von den Anforderungen der relevanten Perspektiven und inwiefern die Detaillierungsebene gefordert ist. Wertschöpfungskettendiagramme bieten beispielsweise keine ausreichende Detaillierung, um ein Workflow Management adäquat abbilden zu können. Außerdem muss eine geeignete Modellierungskonvention definiert werden.

Nur durch eine einheitliche Darstellung von Modellen kann eine Vergleichbarkeit gewährleistet und somit ein Soll-Ist-Vergleich ermöglicht werden. Nach Becker kann

dies durch viele Faktoren beeinflusst werden (Becker et al. 2012, S. 87ff.). Modellattribute, Objekttypen, Objektattribute, Layout- und Namenskonventionen, Varianten und Detaillierungsgrad sind nur einige der möglichen Kategorien.

Auswahl des Modellierungswerkzeugs

Wie bereits erwähnt, sollte das gewählte Modellierungstool die Anforderungen erfüllen und dadurch einen Mehrwert bieten. Es gibt jedoch weitere Faktoren, die bei der Auswahl des Tools eine Rolle spielen. Hierzu zählt die Verwaltung von Modellen in einer Datenbank, um den Pflegeaufwand automatisiert und gering zu halten, genauso wie die Benutzerfreundlichkeit (Freund und Götzer 2008). Modelle sollten leicht zu erstellen und zu warten sein. Auch die Fähigkeit, mehreren Nutzern gleichzeitig den Zugang und die Bearbeitung der Modelle zu gewähren, ist hilfreich.

Als weiterer Punkt sei die Integration von Schnittstellen, insbesondere zu Monitoring-Zwecken hervorzuheben (Becker et al. 2012, S. 101). Aber auch die Möglichkeit, das Tool individuell auf ein Unternehmen, ein bestimmtes Projekt oder einen Bereich abzustimmen und anzupassen, sollte bei der Auswahl berücksichtigt werden. Nicht zu vernachlässigen ist der kostentechnische Aspekt. Das Modellierungswerkzeug sollte ein gutes Preis-/Leistungsverhältnis haben.

Beschreibung der organisatorischen Rahmenbedingungen

Wichtig bei der Einführung und Umsetzung von Modellierungen ist die Festlegung von Verantwortlichkeiten. Die wichtigsten Rollen sind hierbei der Modellierer, der die Modelle erstellt und pflegt, der Tool-Administrator, verantwortlich für die Installation und Aktualisierung des Tools und der Methodenexperte, der die Modellierer entsprechend schult und auf die Einhaltung der festgelegten Konventionen achtet (Becker et al. 2012, S. 105).

Erstellung und Verwendung eines Modellierungsstandards

Um den Modellierern eine Vorgabe zu geben, an der sie sich orientieren können, werden alle festgelegten Konventionen zusammengesetzt. Der daraus entstandene Modellierungsstandard dient ihnen als Leitfaden (Becker et al. 2012, S. 106). Modellierungsstandards können hinsichtlich ihres Anwendungsgebietes definiert sein. Es gibt projekt- sowie unternehmensspezifische Standards, aber auch allgemeine Standards, die häufig in der Beratungsbranche Anklang finden.

Inhaltlich können sich diese Modellierungsstandards durch die oben genannten Eigenschaften wie Modellierungssprache, Geltungsbereich oder Perspektiven unterscheiden. Das Ausrollen der Standards für die Beteiligten kann über Workshops oder Schulungen erfolgen.

3.2.2 Ist-Modellierung und Analyse

Sind die zu betrachtenden Prozesse identifiziert, gilt es nun, den aktuellen Ist-Stand zu erfassen und genau darzustellen, wie die Abläufe umgesetzt werden. Aufgrund dessen kann anschließend die Suche nach Optimierungspotential gestartet werden. Für eine gründliche Analyse und Dokumentation müssen allerdings zeitliche und kostentechnische Ressourcen aufgebracht werden (Becker et al. 2012, S. 166). Deshalb ist es sinnvoll, im Vorfeld genau zu erörtern, bei welchen Prozessen dies angebracht ist.

Bevor mit der Modellierung begonnen werden kann, müssen einige Faktoren vorab geklärt werden. Hierzu zählen neben dem Detailierungsgrad und der Modellersprache auch die Identifizierung der Informationsquellen. Dafür müssen die Quellen nach Aktualität und Vollständigkeit geprüft werden, was sich aufgrund der oft mangelnden Dokumentation als schwierig erweisen kann. Häufig ist in diesen Dokumentationen nicht der aktuelle Stand vorhanden oder die Prozesse wurden geändert. Sind jedoch alle Stolpersteine beseitigt, gilt es einen Projektplan für das Vorgehen aufzusetzen.

Im weiteren Verlauf wird nun der Problemprozess in kleine Unterprozesse aufgeteilt, um die Einblicke in einer gewissen Tiefe zu erlangen. Sind in mehreren Prozessen Probleme oder Verbesserungspotentiale zu erkennen, müssen diese für die Bearbeitung priorisiert werden. Das erfolgt häufig anhand der Kostenintensität und des Reorganisationsbedarfes der Prozesse (Jungkind et al. 2018). Sind diese besonders kostenintensiv bzw. weisen hohes Einsparpotential auf oder fallen durch eine ineffiziente Organisation auf, beispielsweise mit unnötig vielen Schnittstellen, sollten sie zuerst bearbeitet werden (Becker et al. 2012, S. 174). Aber auch strategische Kernprozesse, die einen hohen Anteil an den Ergebnissen haben, sollten priorisiert werden.

Die eigentliche Modellerhebung erfolgt danach häufig in Workshops. Um eine Darstellung des gesamten Prozesses zu erlangen, sind Teilnehmer aus allen Schnittstellen bzw. Beteiligten-Kreisen zu wählen, um jeden möglichen Blickwinkel

abzudecken und damit eine annähernd vollständige Erfassung zu ermöglichen. Ziel ist es, ein stabiles Modell zu generieren, in dem Probleme, Schwachstellen sowie Verbesserungspotentiale und noch offene Punkte eingeschlossen sind.

Sind die Ist-Modelle erstellt, kann mit der Suche nach potentiellen Schwachstellen begonnen werden. Becker und Schütte unterscheiden hierbei drei Hauptkategorien, die Datenverarbeitungsunterstützung (DV-Unterstützung), die Ablauforganisation und die Aufbauorganisation hinsichtlich des Personals (Becker und Schütte 2004, S. 172). Bei der DV-Unterstützung handelt es sich um die Informations- und Kommunikationssysteme, die einen wesentlichen Anteil am Erfolg haben. Dabei können zum Beispiel eine eingeschränkte Funktionalität, redundante Speicherungen, mangelnde Performance oder schlechte Bedienbarkeit zu Einschränkungen und Problemen führen.

Die Betrachtung der Ablauforganisation bezieht sich auf Punkte, wie die Identifikation von überflüssigen Prozessen oder das Lokalisieren von unnötigen Schnittstellen, welche sich als Verzögerungen und ungewollten Wartezeiten erkenntlich zeigen. Die Aufbauorganisation beinhaltet Themen, wie die unzureichende Zuteilung von Verantwortlichkeiten, was zu erhöhtem Kommunikationsaufwand führt. Aber auch zu viele Hierarchieebenen tragen zu einer schlechteren Performance bei, genauso wie die Über- bzw. Unterforderung von Mitarbeitern.

Das Ziel der Ist-Modellierung ist die Abbildung der aktuellen Struktur und des Vorgehens innerhalb eines Prozesses. Unterstützend können hierfür auch bestehende Referenzmodelle oder Benchmarkings herangezogen werden. Nach der Identifikation von Schwachstellen müssen diese ausreichend dokumentiert werden. Hierfür werden eine genaue Beschreibung sowie Zuordnung im Prozess benötigt. Nach der Priorisierung der Schwachstellen kann über erste Lösungsalternativen diskutiert werden. Häufig reichen kleine Änderungen aus und können ohne großen Zusatzaufwand realisiert werden (Becker et al. 2012, S. 191).

3.2.3 Soll-Modellierung und Optimierung

Die aus der Ist-Modellierung gewonnenen Kenntnisse und aufgedeckten Schwachstellen müssen nun in eine Soll-Modellierung eingearbeitet und berücksichtigt werden. Stahlknecht und Hasenkamp zählen einige Erwartungen auf, die die Soll-Modellierung erfüllen soll (Stahlknecht und Hasenkamp 2005, S. 222ff.).

Diese unterteilen sie wiederum in nach innen und nach außen gerichtete Erwartungen.

Zu den nach innen Gerichteten zählen:

- Verkürzung von Planungs-, Bearbeitungs- und Liegezeiten
- Kosteneinsparung
- Umsatz- und Gewinnsteigerung
- Höhere Aktualität von Informationen
- Bessere Kommunikation von Schnittstellen

Nach außen Gerichtete sind:

- Bessere Transparenz für Kunden
- Stärkung der Kundennähe und Kundenbindung
- Erhöhung der Prozess- und Produktqualität
- Bessere Kommunikation

Ähnlich wie bei der Erstellung von Ist-Modellen, ist es auch bei der Soll-Modellierung notwendig, vorab die benötigte Detaillierungstiefe festzulegen. Diese ist immer abhängig vom Zweck des Vorhabens. In der Regel werden Soll-Modelle nur erstellt, wenn Handlungsbedarf besteht (Becker et al. 2012, S. 197). Bei der Festlegung des Detaillierungsgrades müssen wieder die unterschiedlichen Perspektiven aus Kapitel 3.2.1, Vorbereitung und Festlegung der Prozessmodellierung, betrachtet werden.

Während bei der Organisationsdokumentation vor allem Wert auf die Verantwortlichkeiten gelegt wird, sind bei der Prozessorientierten Reorganisation wesentlich mehr Daten notwendig, um alle erforderlichen Kennzahlen aufzuzeigen. Eine Übersicht, welche Zwecke aus welcher Sicht welchen Detaillierungsgrad benötigen, kann man in Abbildung 19 sehen.

3. Modellierung von Prozessen in Vorgehensmodellen

<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Zweck</div> <div style="margin-left: 10px;">Sicht</div> </div>	Funktions- sicht	Organi- sationssicht	Daten- sicht	Prozess- sicht
Organisations- dokumentation	●	●	●	●
Prozessorientierte Reorganisation		●	●	●
Kontinuierliches Geschäftspro- zessmanagement		●	●	●
Zertifizierung nach DIN ISO 9000ff.	●	●	●	●
Benchmarking	●	●	●	●
Wissens- management		●	●*	●
Auswahl von ERP-Software	●	●	●	●
Modellbasiertes Customizing	●	●	●	●
Software- entwicklung	●	●	●	●
Workflow- management	●	●	●	●
Simulation von Prozessen		●	●	●
Prozesskosten- rechnung		●		●
Detaillierungsgrad: ● Hoch ● Mittel ● Gering				
* Bei der Nutzung von Prozessmodellen im Wissensmanagement werden keine Daten oder Fachbegriffe modelliert, sondern das zur Durchführung von Funktionen notwendige Wissen.				

Abbildung 19: Übersicht benötigter Detaillierungsgrade (Becker et al. 2012, S. 200)

So wird beispielsweise bei der Modellierung in der Softwareentwicklung oder im Workflowmanagement ein deutlich höherer Detaillierungsgrad benötigt als bei Zertifizierungen.

Ist der Detaillierungsgrad geklärt, folgt im zweiten Schritt die Unterteilung der Prozesse in Kern- und Supportprozesse (Becker et al. 2012, S. 205). Diese unterscheiden sich im Wesentlichen darin, dass in den Kernprozessen die Wertschöpfung geschieht, während die Supportprozesse lediglich die Funktionalität der Kernprozesse gewährleisten. Sie tragen damit nicht direkt zu Wertsteigerung bei, können diese jedoch negativ beeinflussen. Auf Prozessebene sind allerdings nur die direkten Beziehungen zwischen Kern- und Supportprozessen identifizierbar und modellierbar, da bei indirekten Beziehungen kein direkt zuordnungsbarer Leistungsaustausch stattfindet.

Außerdem muss auf eine kompakte und auf das Wesentliche zusammengefasste Informationssammlung geachtet werden, um das Modell nicht zu überfrachten und lesbar zu halten.

Die Identifikation relevanter Modelle erfordert eine Trennung von Kern- und Supportprozessen. Dies kann mit Hilfe des Top-Down oder des Bottom-Up Ansatzes gelingen.

Beim Top-Down Ansatz werden von den Unternehmenszielen herab die einzelnen Kernprozesse zur Entstehung des Produktes betrachtet und immer spezifischer aufgegliedert. Allerdings können dadurch lokale Optimierungen zu einer Verschlechterung des Gesamtergebnisses führen, etwa durch Ressourcenkonflikte konkurrierender Prozesse.

Der Bottom-Up Ansatz betrachtet die Prozesse von unten nach oben. Das bedeutet, dass hierbei für die identifizierten Teilprozesse Prozessmodelle erstellt werden, welche in der nächst höheren Ebene zu ähnlich ablaufenden Gruppen zusammengefasst werden können. Gefahr ist dabei, dass durch die Komplexität und die hohe Anzahl die Übersicht verloren geht und anschließend nicht mehr sinnvoll zusammengefasst werden kann.

Generell orientieren sich die Sollprozesse an den Unternehmenszielen, das bedeutet, dass nicht wertschöpfende Prozesse, sofern sie nicht gesetzlich vorgeschrieben sind, eliminiert werden müssen. Diese Art von Prozessen, sowie weitere Schwachstellen, wurden bereits in der Ist-Analyse ermittelt.

Becker nennt einige Grundprinzipien, die bei der Erstellung von Soll-Modellen zu beachten sind (Becker et al. 2012, S. 213):

- Eine parallele Bearbeitung ist sinnvoll, solange keine Ressourcenkonflikte entstehen.
- Auf die Entstehung weniger Schnittstellen achten.
- Qualitätssicherung durch Selbstkontrolle fördern.
- Kundenbewusstsein stärken durch Festlegen eines „Kunden“ für jeden Prozess.
- Gesamthaftes Prozessdenken bei den Mitarbeitern fördern.

Als weiteren Punkt bei der Gestaltung der Prozesse ist die Variantenbildung zu nennen. Hierbei werden gleiche oder gleich ablaufende Prozesse zusammengefasst und können wiederverwendet werden.

Zu unterteilen ist dabei in eine frühe Bildung von Varianten, bei der die Komplexität reduziert und die Lesbarkeit verbessert werden kann, jedoch Ressourcen gegebenenfalls nicht optimal eingesetzt werden können, und in die späte Variantenbildung. Bei der späten Vereinheitlichung von Prozessen können Ressourcen individuell nach Bedarf verteilt und eingesetzt sowie Änderungen leichter durchgeführt werden, jedoch die Komplexität und Variantenvielfalt verstärkt auftreten. Nicht zu verwechseln sind Sollmodelle und Idealmodelle. Sollmodelle sollen in absehbarer Zeit umsetzbar sein während Idealmodelle den perfekten Zustand verkörpern. Somit sind sie eher ein Fernziel, das auf lange Sicht zu verfolgen ist.

In der anschließenden Analyse der Sollmodelle soll die Qualität und Konsistenz sichergestellt werden.

Während die Qualität leicht durch das Einhalten von festgelegten Konventionen und Überprüfung von Attributen geprüft werden kann, muss die Konsistenz durch einheitliche Verwendung von Modellobjekten, Informationen und Prozessschnittstellen gegeben sein.

Um eventuell auftretende Fehler zu finden, empfiehlt es sich, eine Versionierung der Modelle anzulegen. Somit ist auch bei der Erstellung eine gute Rückverfolgbarkeit sichergestellt.

Ein Weg um die auf Qualität und Konsistenz geprüften Modelle zu bewerten, ist die Unterstützung durch Simulationen. Hierbei können Kennzahlen und die betroffenen Prozessinstanzen vorab simuliert und ausgewertet werden. Dadurch erhält der

Modellierer einen ersten Eindruck von seinem Modell und kann es sich visualisiert anzeigen lassen. Jedoch müssen dafür aktuelle und vollständige Daten vorhanden sein. Nur so können Kennzahlen wie Durchlaufzeit, Kapazität oder Ausfallwahrscheinlichkeit berechnet werden (Uthmann 1998). Nach gründlicher Analyse und Simulation können die entstandenen Modelle dem Anwender- oder Betroffenenkreis anschaulich präsentiert werden.

3.3 Tools

Neben den technischen Voraussetzungen sollte das Tool zu einem angemessenen Preis zur Verfügung gestellt werden. Es gibt einige kostenlose Programme, beispielsweise ADONIS, ARIS oder Microsoft Visio. Allerdings bieten die meisten nur eine abgespeckte kostenlose Version an, der volle funktionale Umfang wird oft mit einem Bezahlmodell kombiniert.

3.3.1 Anforderungen an Tools

Wie in Kapitel 3.2.1 bereits angeschnitten, gibt es viele Anforderungen, die ein Modellierungstool erfüllen muss. Hierzu zählen:

- Verknüpfung mit Datenbanken
- Mehrbenutzerfähigkeit
- Unternehmensspezifische Konfiguration des Tools
- Benutzerfreundlichkeit
- Schnittstellenanbindung
- Variantenmanagement uvm.

Außerdem sollte auf den Support durch den Hersteller oder Vertriebspartner geachtet werden, um bei Problemen schnell Antworten und Lösungen zu bekommen.

3.3.2 Camunda

Ein sowohl in der Industrie als auch für Lehrzwecke häufig genutztes Tool ist Camunda. In Abbildung 20 kann man die Benutzeroberfläche sehen. Das Modell wird auf einer leeren, weißen Fläche erstellt, wobei man die Schwimmbahnen, Ereignisse,

3. Modellierung von Prozessen in Vorgehensmodellen

Aktivitäten usw. beliebig verschieben und platzieren kann. Die Verbindungen durch die Pfeile erfolgen, falls gewünscht, automatisch, können jedoch auch manuell angepasst werden. Auch das Einfügen von Texten und Beschreibungen zu jedem Element ist möglich und diese können bearbeitet und verschoben werden. Durch die Möglichkeit der freien Gestaltung erfordert Camunda keine großen Aufwände für die Einarbeitung und kann intuitiv bedient werden. Die in Kapitel 4 betrachteten Prozesse wurden ebenfalls mit Camunda erstellt.

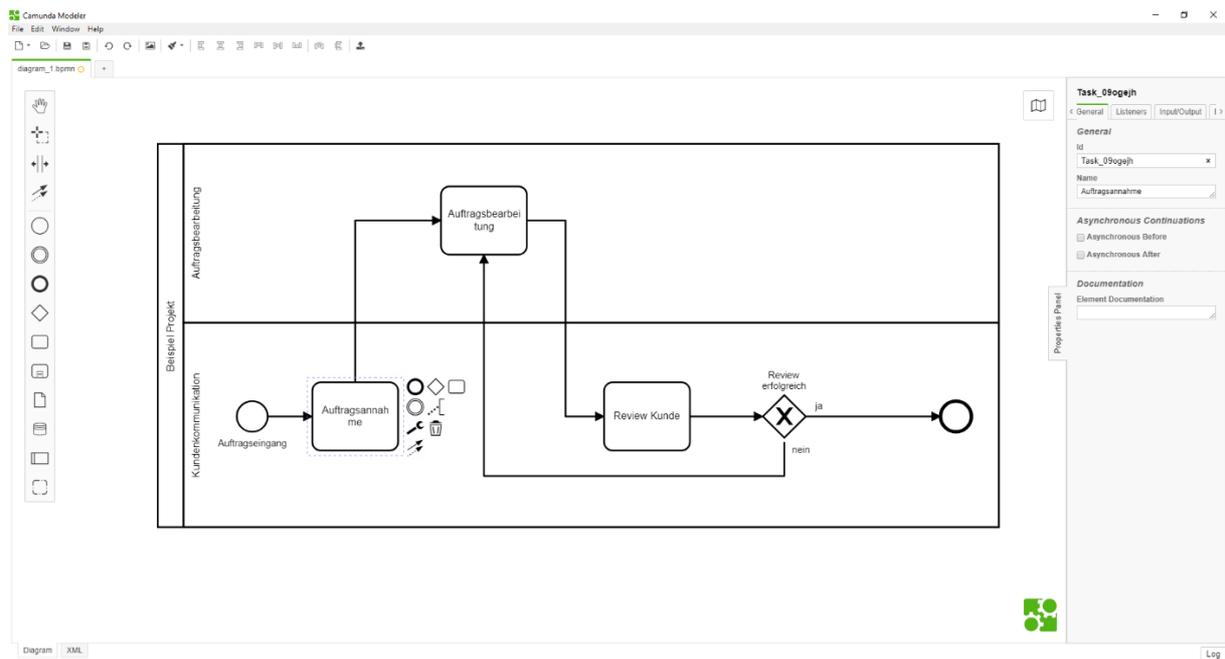


Abbildung 20: Camunda Beispielmodellierung

3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse mit Hilfe der Modellierung

Die Gestaltung von Prozessen ist für die Wirtschaftlichkeit eines Unternehmens von großer Bedeutung. Besonders gut kann man dies bei der Soll-Modellierung und der Suche nach Verbesserungspotential erkennen. Hierbei muss ständig zwischen verschiedenen Gestaltungsvarianten entschieden werden, welche sich effizienter als die des Ist-Modells erweisen.

Da häufig auf Basis qualitativer Kriterien, wie etwa der Reduzierung von Schnittstellen oder Medienbrüchen, bewertet wird, bleibt die Wirtschaftlichkeit der Prozesse außen vor (v. Brocke, Sonnenberg, Simons 2009, S. 253–262). Allerdings ist diese aufgrund der Vielzahl der möglichen Gestaltungsvarianten nur schwer zu erkennen und ein monetärer Vorteil nicht immer klar ersichtlich. Nach Allweyer sind oftmals Kriterien aus

dem magischen Dreieck, bestehend aus Qualität, Zeit und Kosten, die Grundlage der Bewertung (Allweyer 2012). Jedoch können diese Kriterien langfristige, monetäre Konsequenzen von Entscheidungen nicht immer vollständig abbilden. Aufgrund dessen müssen geeignete Methoden zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit verwendet werden. Bekannte Beispiele hierfür sind der ROI, „Return on Investment“, oder die TCO, „Total Cost of Ownership“. Mit deren Hilfe können Alternativen verglichen und Investitionen begründet werden.

Die WPM-Methode, Methode zur Wirtschaftlichkeitsrechnung auf Basis von Prozessmodellen, berechnet die Wirtschaftlichkeit anhand von Prozessmodellen. Das entspricht einer Integration von Methoden der Prozessmodellierung und des Investitionscontrollings (vom Brocke 2009).

Grundlage hierfür sind die in der Ist- und Soll-Modellierung erstellten Modelle und Varianten, die sich in mindestens einem Prozessschritt unterscheiden müssen. Um nun die Wirtschaftlichkeit bewerten zu können, müssen die einzelnen Prozessschritte mit entsprechenden geldwerten Einheiten versehen werden, sogenannten Ein- und Auszahlungen. Mit Hilfe eines Finanzplans werden diese berechnet, wobei zinsliche und steuerliche Aspekte berücksichtigt werden müssen.

Die zusammengenommenen Zahlungsströme oder Zahlungsfolgen, die Aggregation von Ein- und Auszahlungen, dienen als Basis für die Berechnung. Nach Vom Brocke und Grob ergibt sich im Rahmen der WPM-Methode daraus folgendes Vorgehensmodell (Grob und v. Brocke 2004):

1. Erfassung der Auszahlungen von Funktionen
2. Erfassung der Einzahlungen von Funktionen
3. Aggregation der Zahlungsfolge einer Prozessalternative
4. Kalkulation der finanzwirtschaftlichen Konsequenzen einer Prozessalternative
5. Berechnung von Wirtschaftlichkeitskennzahlen für den Vergleich von Prozessalternativen

3.4.1 Erfassung der Auszahlungen von Funktionen

Die Erfassung von Auszahlungen erfolgt durch eine Identifikation und Bewertung von als Input genutzten Faktoren (Becker et al. 2012, S. 463). Dabei wird zwischen Potenzialfaktoren, Ressourcenobjekte, die von mehreren Funktionen genutzt werden können, und Repetierfaktoren, Inputobjekte, die nach der Verarbeitung einer Funktion

verbraucht sind, unterschieden. Die Auszahlungen von Funktionen beinhalten sowohl Ressourcenobjekte als auch Repetierfaktoren. Ein Beispiel für Ressourcenobjekte sind Tools, die für mehrere Arbeitsschritte benutzt werden können, während ein Repetierfaktor beispielsweise der zeitliche Aufwand sein kann, der jedem Arbeitsschritt nur einmal zugerechnet werden kann.

3.4.2 Erfassung von Einzahlungen von Funktionen

Die Erfassung der Einzahlungen erfordert die Identifikation und Bewertung von Outputobjekten. Dabei muss den Outputobjekten ein Verrechnungspreis zugeteilt und das Mengenverhältnis zwischen Outputobjekt und Funktion bestimmt werden. Um die Kosten einer Funktion oder einem Arbeitsschritt zuordnen zu können, müssen die Outputobjekte eindeutig mit der Funktion in Verbindung gebracht werden können (Grob und v. Brocke 2004). Nur so lassen sich die einzelnen Schritte monetär bewerten.

3.4.3 Aggregation der Zahlungsfolge einer Prozessalternative

Nachdem die bisher ermittelten Ein- und Auszahlungen von Funktionen für einzelne Perioden gelten, müssen diese nun für die Prozessalternativen aggregiert und über mehrere Perioden hinweg weitergeschrieben werden. Standardmäßig werden dafür die Zahlungen aufsummiert, jedoch muss beachtet werden, dass nicht immer alle Funktionen durchlaufen werden (Grob und v. Brocke 2004). Die Aggregation kann deswegen durch eine Einschätzung bezüglich der Eintrittswahrscheinlichkeit vorgenommen werden.

3.4.4 Kalkulation der finanzwirtschaftlichen Konsequenzen einer Prozessalternative

In der Phase der WPM-Methode werden die finanziellen Effekte einer Prozessalternative anhand von Finanzplänen ermittelt. Besonderes Augenmerk sollte hierbei auf die langfristigen Wirkungen gelegt werden. Hierzu zählen zum Beispiel steuerliche Aspekte sowie mögliche Abschreibungen.

3.4.5 Berechnung von Wirtschaftlichkeitskennzahlen für den Vergleich von Prozessalternativen

Durch die Berechnung der TCO, „Total Cost of Process Ownership“, können Kennzahlen bestimmt werden, die sich für den Vergleich von Prozessalternativen eignen. Ziel einer TCO-Analyse ist die Erfassung der totalen Kosten pro Alternative. Auch Kennzahlen wie die Durchlaufzeit sind in der Praxis gern verwendete Werte. In der Beispielmodellierung werden Varianten ebenfalls mit Hilfe der Durchlaufzeit verglichen, um die Effektivität zu bewerten.

In der nachfolgenden Analyse des Beispielprozesses wird auf die Betrachtung von Abschreibungen, Zinsen und einen längeren Planungshorizont verzichtet.

4. Modellierung eines Beispielprozesses im Bereich Software-Testmanagement in der Automobilbranche

Dieses Thema wurde auf Grund der wachsenden Relevanz für die Automobilbranche gewählt. Software Testmanagement wird in vielen Branchen benötigt und angewandt, für die Automobilbranche gewinnt es allerdings in der jüngeren Vergangenheit immer mehr an Bedeutung, da die Autos einen immer größeren Software Anteil besitzen (Wallentowitz und Reif 2011). Fast alle Funktionen in modernen Autos werden durch Steuergeräte geregelt, die alle mit Hilfe von Software und Algorithmen arbeiten (Reif 2016). Dies betrifft sowohl die klassischen Verbrenner-Motoren, bei denen beispielsweise der Gaspedalwinkel erfasst, ausgewertet und durch die Software von einem Steuergerät an das Motor-Steuergerät weitergeleitet wird, als auch Hybrid- oder vollelektrische Wagen (Wallentowitz und Reif 2011).

In diesem Kapitel soll mit Hilfe der Modellierung das Vorgehen und Optimierungspotential eines beispielhaften Prozesses aus dem Software Testmanagement der Automobilbranche aufgeschlüsselt, visualisiert und anschließend zwei Varianten des möglichen Sollprozesses skizziert werden. Auf diese Weise können die Vor- und Nachteile der jeweiligen Varianten herausgearbeitet und vergleichbar gemacht werden.

4.1 Software Testmanagement

Nach Witte wurde das Thema Softwaretest erst in den 80er-Jahren in die Aufgabengebiete von Unternehmen übernommen (Witte 2019, S. 4). Ähnlich der Hardware, wurde zu dieser Zeit die Software erst getestet, als sie fast fertig entwickelt war. Dies führte zu Kosten und Aufwänden, da sich die Fehler in der Software durch frühzeitiges Testen eines möglichst breiten Spektrums vermeiden hätten lassen. Die daraus resultierenden negativen Erfahrungen führten dazu, dass Standards, wie etwa die ISTQB-Zertifizierung mit zugehörigen Testprozess eingeführt wurden, ISTQB steht dabei für das International Software Testing Qualifications Board, welches eine gemeinnützige Zertifizierungsstelle für Softwaretester ist, sowie das Berufsbild des Software-Testers entstanden ist (Spillner und Linz 2019).

4.1.1 Software Testmanagement in der Automobilbranche

Die Wichtigkeit von Software Testmanagement in der Automobilbranche wird häufig unterschätzt, da es nicht sofort auffällt, dass das Auto mittlerweile ein fahrender Computer geworden ist (Wolf 2018). Das moderne Automobil funktioniert überwiegend durch das Zusammenspiel von Steuergeräten und Sensoren, die durchgehend die Umgebung scannen und alle möglichen Szenarien berechnen, die eintreten können (Wolf 2018). Da das Auto viele gesetzlichen Vorgaben und Regeln einhalten muss, sind entsprechende Tests der Funktionalitäten unabdingbar. Systeme wie Airbag oder Notbremsvorkehrungen müssen jederzeit funktionsfähig sein und sind deshalb auf ihre Sicherheit und Zuverlässigkeit zu prüfen (Oppermann und Stender-Vorwachs 2016). Weitere Gründe für den verstärkten Einsatz von Software Testmanagement in einer der deutschen Schlüsselbranchen sind die voranschreitende Elektrifizierung und die Entwicklung von Fahrassistenzsystemen hin zum autonomen Fahren (Henze 2018). Bei elektrisch angetriebenen Autos bestehen nicht mehr viele Möglichkeiten Funktionalitäten mechanisch auszuführen, was zwangsweise zu einem erhöhten Softwareanteil führt. Auch das automatisierte Fahren, welches in Zukunft auch vollkommen autonom möglich sein soll, bedarf eines deutlichen Zuwachs an Steuergeräten und der zugehörigen Software, um das Zusammenspiel der einzelnen Teilfunktionen und Sensoren zu gewährleisten (Wolf 2018).

Was unterscheidet aber nun das Software Testmanagement der Automobilbranche von dem anderer Branchen?

In der Automobilbranche werden verschiedene Arten von Testmethoden und –mitteln verwendet, wie in keiner anderen Branche. Das liegt zum einen daran, dass hier sehr viele Geldmittel zur Verfügung stehen. Zum anderen können kleine Fehler auch im praktischen Versuch identifiziert werden, ohne dass größere Schäden entstehen. In der Medizintechnik dürfen beispielsweise bei einer Operation keine Komplikationen auftreten, da sonst sofort ernste Schäden verursacht werden können (Oppermann und Stender-Vorwachs 2016). Unterschieden wird hierbei vor allem zwischen dem anforderungsbasiertem und dem explorativen Testen (Witte 2019).

Anforderungsbasiertes und exploratives Testen

Beim anforderungsbasierten Testen werden vom Auftraggeber, in der Regel der Automobilkonzern, Anforderungen gestellt, welche in der Software umgesetzt und getestet werden müssen (Witte 2019, S. 61ff.). Das bedeutet, dass der Tester schon vorher weiß, welches Verhalten zu erwarten ist. Häufig werden diese Arbeitspakete an externe Dienstleister vergeben, um Kosten zu senken und bei schlechter Konjunkturlage reaktionsschnell handeln zu können.

Beim explorativen Testen hingegen hat der Tester keine Kenntnis darüber, wie die Software im Detail funktioniert (Witte 2019, S. 188). Es werden reale Situationen eingefahren und Fehlverhalten nicht explizit geprüft oder provoziert. Um eine optimale Testabdeckung, d.h. möglichst viele Testsituationen testen, zu gewährleisten, müssen beide Vorgehensweisen ergänzend durchgeführt werden.

Durch diese beiden Testmethoden wird die Software sowohl automatisiert am Prüfstand als auch praktisch am Fahrzeug getestet.

Ein weiterer Unterschied der Automobilbranche im Vergleich zu anderen ist die Unterteilung der Aufgaben im Software Testmanagement. Gibt es in vielen Branchen zuständige Testmanager, die den kompletten Test- und Absicherungsablauf selbstständig bearbeiten, sind es in der Automobilbranche ganze Teams, die die Systeme testen (Sneed et al. 2009). Auch eine kleinteilige Verteilung der Aufgaben auf unterschiedliche Gewerke ist gängige Praxis.

Testteam

Die Anforderungen werden vom Auftraggeber parallel zur Softwareentwicklung an das Testteam übergeben, welches in der Regel aus Testmanager, Testdesigner, auch Spezifikateur genannt, Testautomatisierer, auch Implementeur genannt, Testinstanzverantwortlicher, Tester und Testanalyst besteht. Die Anzahl der Beteiligten und deren Verantwortlichkeiten kann jedoch von Projekt zu Projekt unterschiedlich sein (Witte 2019, S. 27ff.).

Da aber auch in der Automobilbranche sehr auf Kosten geachtet werden muss, gibt es unterschiedliche Testinstanzen, welche verschieden breite Bereiche abdecken und dementsprechend kostenintensiver bzw. günstiger sind (Sneed et al. 2009).

Testinstanzen

4. Modellierung eines Beispielprozesses im Bereich Software-Testmanagement

Die Testinstanzen oder auch Prüfplätze bestehen zum Großteil aus einzelnen oder zusammenhängenden Steuergeräten, in denen die Funktionslogik der Software liegt. Geläufige Testinstanzen sind die SIL, Software in the Loop, die HIL, Hardware in the Loop, sogenannte Wirkkettenprüfplätze, an denen mehrere Steuergeräte zusammenhängend getestet werden und die Entwickler-Fahrzeuge, an denen die gesamte Wirkkette und die reale Auswirkung der Funktion gesehen werden kann (Witte 2019). Dabei ist darauf zu achten, dass die Tests bestenfalls an der SIL oder HIL laufen, da hierbei die geringsten Kosten entstehen.

Aufgabe des Software Testmanagements ist es, die vom Kunden kommenden Anforderungen in funktionale Tests umzuwandeln und diese sinnvoll bei jedem Software Release, Software Lieferung, so einzuplanen und zu testen, dass möglichst alle Eventualitäten abgedeckt sind bei kleinst möglichen Kosten (Sneed et al. 2009).

4.1.2 Software Testmanagement anhand Praxisbeispiel Fahrassistenzsysteme

Der gewählte Beispielprozess ist aus dem Bereich Fahrassistenzsysteme, welches die Vorstufe hin zum autonomen Fahren darstellt.

Bereits heute gibt es kaum noch Neuwagen, die ohne Fahrassistenzsysteme ausgeliefert werden (Henze 2018). Ein Beispiel hierfür ist der Tempomat, welcher das Fahren mit konstanter Geschwindigkeit ermöglicht, ohne das der Fahrer das Gaspedal betätigen muss. Die entsprechende Erweiterung für den Tempomat ist das sogenannte ACC, Active Cruise Control, welches den Abstand zum Vordermann misst und die Geschwindigkeit so regelt, dass der Abstand zum Vordermann gleichbleibt. Es wird also vom Steuergerät durch den Input der Sensoren selbstständig beschleunigt und gebremst (Henze 2018).

Dies ist nur eine Regelung in Längsrichtung, aber man kann erkennen, dass es bereits in Richtung des autonomen Fahrens geht. Mittlerweile gibt es schon sehr viel mehr Assistenten und Funktionalitäten, die das autonome Fahren ermöglichen könnten, jedoch sind die gesetzlichen Rahmenbedingungen hierfür noch nicht vollständig geschaffen (Oppermann und Stender-Vorwachs 2016).

4. Modellierung eines Beispielprozesses im Bereich Software-Testmanagement

In Abbildung 21 kann man in einem Gantt-Diagramm einen exemplarischen zeitlichen Ablauf der zu erledigenden Aufgaben mit zugehörigen Meilensteinen im Software Testmanagement des Praxisbeispiels erkennen. Wie sich zeigt, dauert es in der Regel etwa drei Wochen bis ein Testfall operativ zur Verfügung steht und weitere zwei Wochen bis er bei der regulären Absicherung Ergebnisse liefert.

Hierbei wird in drei Teilprojekte unterteilt:

Teilprojekt Testfallerstellung

Als erstes werden die Anforderungen vom Auftraggeber erstellt und geprüft. Anschließend werden die Anforderungen mit gleichem Testziel in sogenannten Testentwürfen gebündelt und die jeweiligen Anforderungen verlinkt. Aus den Testentwürfen werden die Testfallspezifikationen geschrieben, in welchen die einzelnen Schritte des Testfalls detailliert aufgelistet werden. Gleichzeitig muss darauf geachtet werden, an welcher Test-/ Prüfinstanz die Tests durchgeführt werden sollen, um möglichst geringe Kosten zu generieren (Hoermann und Vanamali 2015). Nach der Priorisierung der Review Reihenfolge ist die Arbeit dieses Teilprojekts fertig.

Teilprojekt Testfallreview

Zu den Aufgaben des Teilprojekts Testfallreview zählen die folgenden Arbeitsschritte: Zuerst muss die Befähigung der Testinstanz gegeben sein, d.h. es müssen die benötigten Steuergeräte verbaut und funktionsfähig sein. Ist dies geschehen, können die Tests vom Kunden bzw. Auftraggeber formell und inhaltlich geprüft und abgenommen werden (Hoermann und Vanamali 2015). In der Regel sind noch kleinere Anpassungen notwendig.

Teilprojekt Testfalldurchführung

Im Teilprojekt Testfalldurchführung werden nach Freigabe der Testinstanz die Tests in Betrieb genommen und anschließend automatisiert. Ist dies erfolgt, können die Tests zum geforderten Zeitpunkt geplant, durchgeführt und analysiert werden (Hoermann und Vanamali 2015).

4. Modellierung eines Beispielprozesses im Bereich Software-Testmanagement

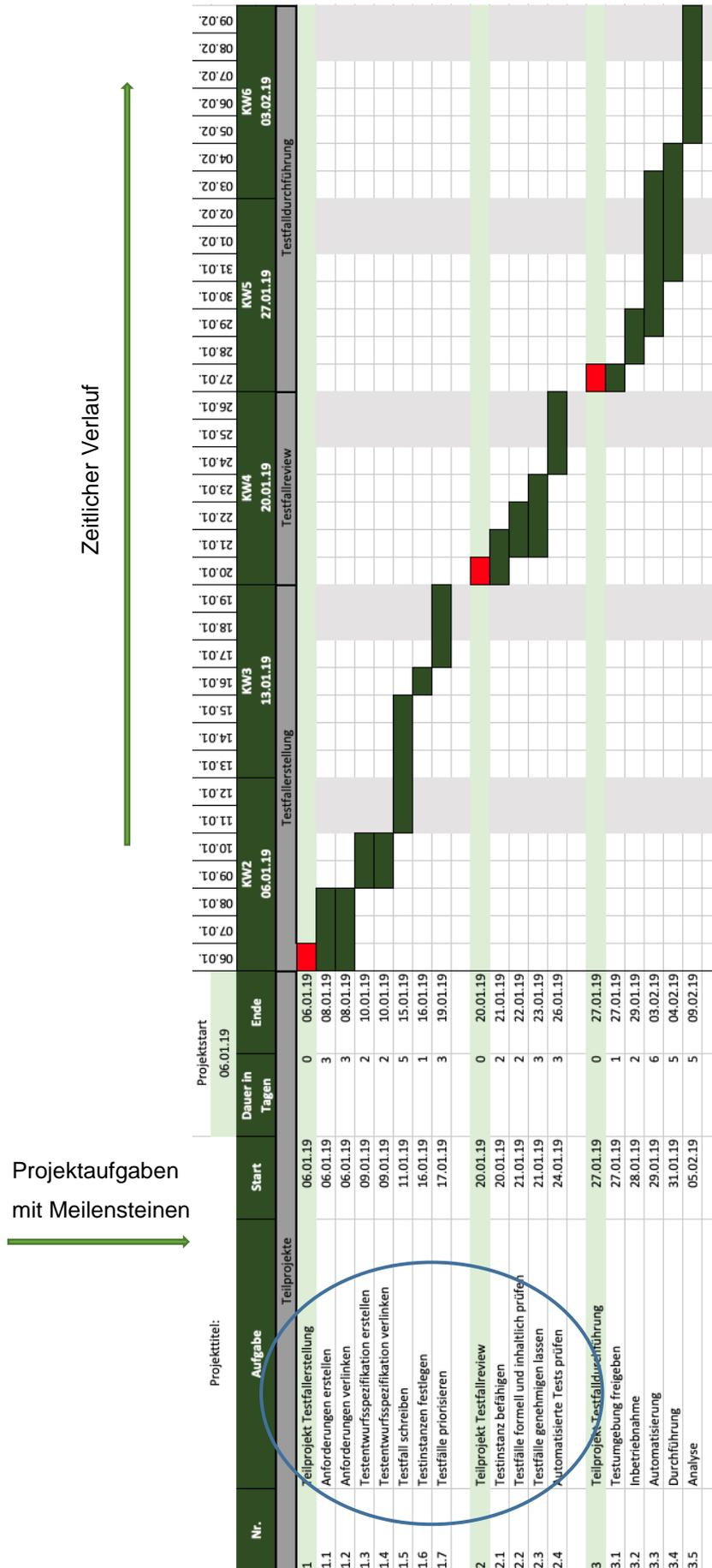


Abbildung 21: Exemplarischer zeitlicher Ablauf der Aufgaben bei der Testfallerstellung

4.2 Ist-Modellierung

Wie in Abbildung 21 gekennzeichnet ist, wurden für die Modellierung die Aufgaben bis zur Automatisierung der einzelnen Tests skizziert. Ausgangspunkt sind im erstellten Modell die fertigen Anforderungen, aus denen anschließend die Testentwürfe geschrieben werden. Grundlage des bisherigen Vorgehens ist das Wasserfallmodell, welches sich als relativ kompliziert und starr gezeigt hat, sowohl bei späten als auch bei frühen Änderungen.

4.2.1 Vorbereitung und Festlegung der Ist-Modellierung

Um die Details der Istmodellierung zu definieren, müssen zuerst die relevanten Perspektiven festgelegt werden. Da es sich um einen bereits etablierten und aktuell laufenden Prozess handelt, der in vielen Automobilkonzernen und deren Zulieferern umgesetzt wird, zählen zu den Hauptperspektiven vor allem das kontinuierliche Prozessmanagement sowie auch das Workflow Management.

Ziel ist es, die Schwachstellen zu identifizieren, die den Prozess träge und fehleranfällig machen und somit eine schnellere Automatisierung der Testfälle zu ermöglichen. Um den Iststand für alle Beteiligten zugänglich zu machen, werden im Anwendungsbeispiel verschiedene Kommunikationswege verwendet.

Dies geht von Postern, die gut sichtbar in den Büros an den Wänden befestigt sind, über die Kommunikation in den Projektrunden der verschiedenen Teilprojekte, bis hin zu Einträgen im Intranet, wodurch man auch im Home-Office Zugriff zum Modell hat. Um eine konzernübergreifende Modellierungstechnik, die leicht verständlich und schnell umsetzbar ist, zu verwenden, wurde BPMN als Standard gewählt. Damit sollen alle Prozesse dieselbe Darstellung haben, unabhängig davon, mit welchem Tool sie erstellt wurden.

Wie in Kapitel 3.3 bereits beschrieben, ist Camunda ein kostenloses, einfach zu bedienendes und intuitives Tool, mit welchem sich komplexe Prozesse anschaulich abbilden lassen. Dies ist der Hauptgrund, wieso es hierfür gewählt wurde.

4.2.2 Darstellung Istzustand

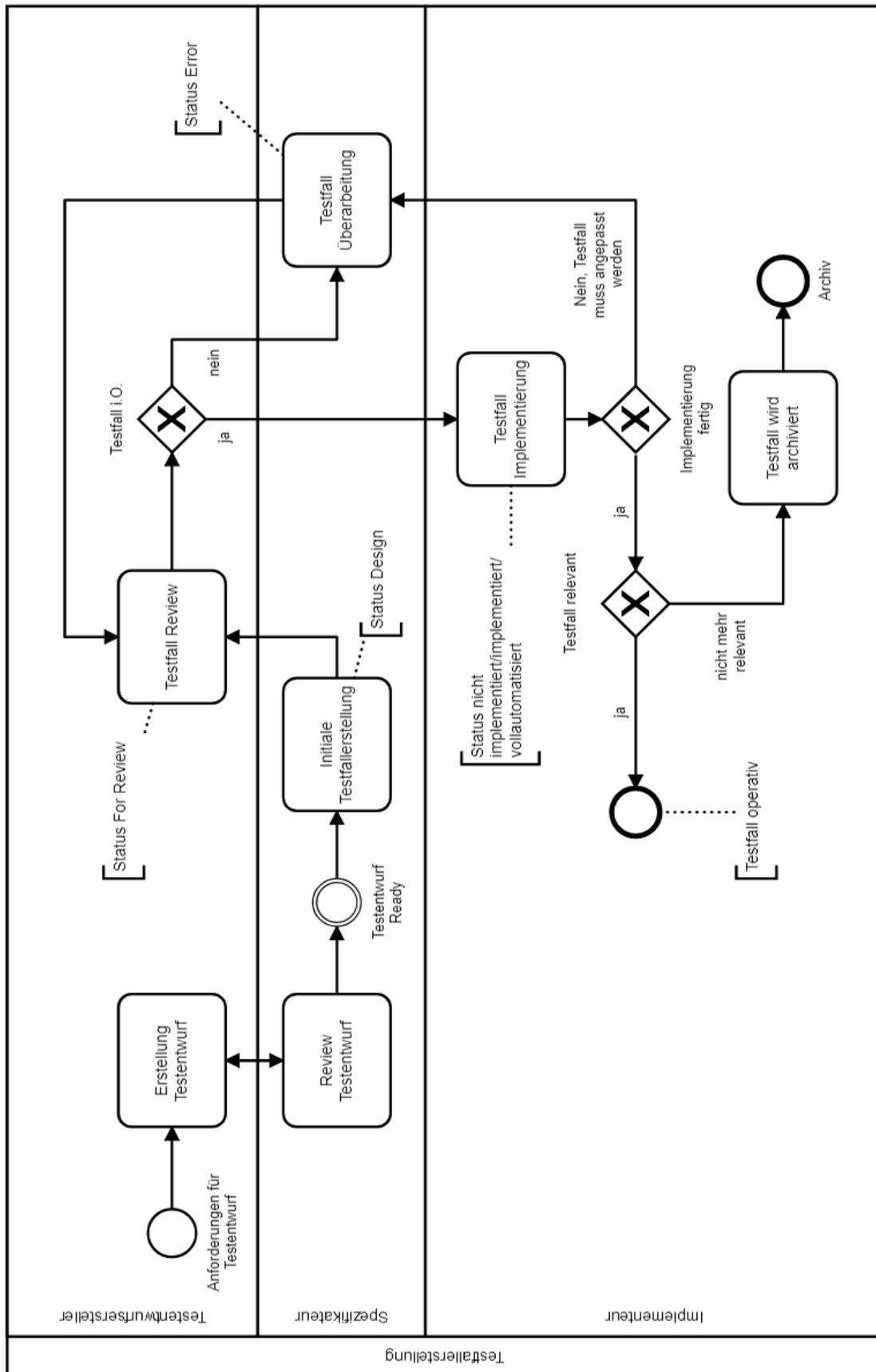


Abbildung 22: Istmodell des aktuellen Vorgehens

4. Modellierung eines Beispielprozesses im Bereich Software-Testmanagement

Abbildung 22 zeigt das Istmodell mit dem aktuellen Vorgehen. Betrachtet wird dabei der Prozess Testfallerstellung mit den drei Hauptbeteiligten, Testentwurfsersteller, Spezifikateur und Implementeur bzw. Automatisierer. Wie man erkennen kann, werden die Arbeitsschritte gemäß dem Wasserfallmodell nacheinander abgearbeitet und es entstehen unnötige Wartezeiten und Überarbeitungsschleifen.

Zuerst wird der Testentwurf erstellt und vom Spezifikateur überprüft, abgenommen oder gegebenenfalls nochmal an den Testentwurfsersteller zurückgestellt. Ist dieser in Ordnung, kann mit der eigentlichen Testfallerstellung begonnen werden. Dabei werden die einzelnen Schritte gemäß dem Modell durchlaufen und mit Hilfe von Status und dem Setzen des Attributs „Owner“ im Management Tool auf den jeweiligen Bearbeiter überstellt, jedoch werden sie diesem nicht als zu bearbeitendes Paket angezeigt. Durch die Review Schleifen, die der Testfall bei Spezifikateur und Implementeur durchlaufen muss, zieht sich die Durchlaufzeit eines Testfalls in die Länge, was sich schlecht auf die Wirtschaftlichkeit und die Effizienz auswirkt. Aufgrund der gesetzlich vorgeschriebenen Rückverfolgbarkeit müssen die einzelnen Statuswechsel zusätzlich kommentiert werden, was ebenfalls Zeit in Anspruch nimmt. Somit ergeben sich folgende Verbesserungspotentiale:

- Verringerung der Wartezeiten durch weniger Schnittstellen
- Reduzierung der Liegezeiten durch das Nicht-Anzeigen der Arbeitspakete beim jeweiligen Owner
- Automatisierte Fortschrittskontrolle durch richtige Statusumstellungen und Owner
- Minimierung der großen, nicht nachvollziehbaren Aufwände bei Änderungen
-

Diese Potentiale sollen mit Hilfe des Sollmodells gehoben und sichtbar gemacht werden.

4.3 Soll-Modellierung

Bei der Soll-Modellierung sollen nun Möglichkeiten aufgezeigt werden, mit denen die oben genannten Schwachstellen reduziert werden können. Dabei kann zwischen den nach innen gerichteten Erwartungen, Verringerung der Warte- und Liegezeiten, und den nach außen gerichteten, Automatisierte Fortschrittskontrolle des Kunden und Erhöhung der Prozessqualität, unterschieden werden.

Es werden zwei alternative Prozesse modelliert, die sich hauptsächlich in der Kommunikationsphase des Reviewprozesses unterscheiden und diesen dadurch effizienter gestalten sollen.

4.3.1 Variante mit paralleler Bearbeitung

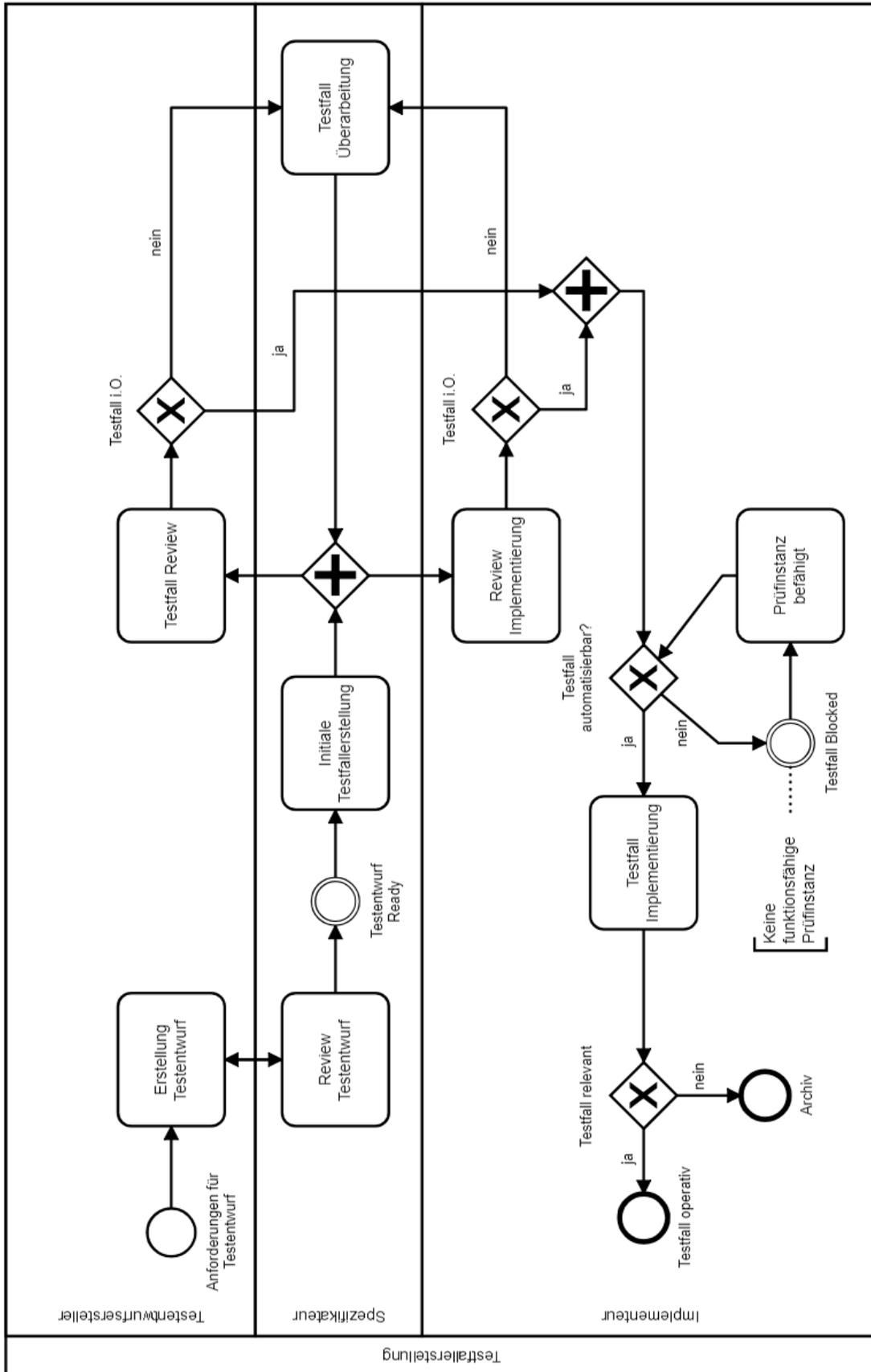


Abbildung 23: Variante 1 mit paralleler Bearbeitung

4. Modellierung eines Beispielprozesses im Bereich Software-Testmanagement

Wie in Abbildung 23 zu sehen, setzt die erste Variante auf eine parallele Bearbeitung durch den Testentwurfsersteller und den Implementeur, nachdem der Spezifikateur den Testfall erstellt hat. Das Vorgehen nach dem Wasserfallmodell wurde insofern modifiziert, dass beide den Testfall zeitgleich prüfen und überarbeiten können und somit unnötige Wartezeiten reduziert werden.

Dies kann über Anpassungen im Management Tool gelöst werden. Es benötigt hierfür lediglich das Anzeigen und Aufpoppen von Meldungen, dass für den jeweiligen Owner wieder neue Testfälle im Backlog liegen, welche überarbeitet und geprüft werden müssen.

Deshalb müssen beide Owner, Testentwurfsersteller und Implementeur, im Owner-Attribut hinterlegt sein, und nach deren Abnahme können sie sich aus dem Feld herausnehmen. Die richtige Befüllung des Status und Owner Attributs wird mit Hilfe von Zwangskopplungen und Pflichtattributen gewährleistet. So kann ein Testfall nur dann zur Implementierung weitergehen, wenn alle erforderlichen Attribute befüllt wurden und ihn alle relevanten Personen abgenommen haben. Dadurch lässt sich der Mehraufwand durch Reviewschleifen deutlich reduzieren und der Testfall wird schneller implementiert und liefert Ergebnisse für die Absicherung.

Ein weiterer Vorteil, der sich aus der Zwangskopplung von Status und Owner bzw. dem Befüllen von Pflichtattributen ergibt, ist die Möglichkeit, die Testfälle automatisiert auslesen und auswerten zu lassen. Dadurch, dass die Attribute immer richtig befüllt sind, ergeben sich keine Diskrepanzen mehr zwischen dem tatsächlichen Stand der Testfälle und dem Stand, der im Management Tool dokumentiert ist. Dies reduziert den Aufwand des Reportings zum Kunden enorm, da dieser jederzeit selbst im System sehen kann, wie der aktuelle Fortschritt ist. Zeitfressende Meetings und Eskalationstermine sind dadurch nur noch in Ausnahmefällen notwendig.

Trotz dieser Vorteile bleibt der Aufwand des Kommentierens nach jedem Statuswechsel bestehen. Da dies gesetzlich vorgegeben ist, kann auf diesen Schritt nicht verzichtet werden.

4.3.2 Variante mit agilem Vorgehen im Termin

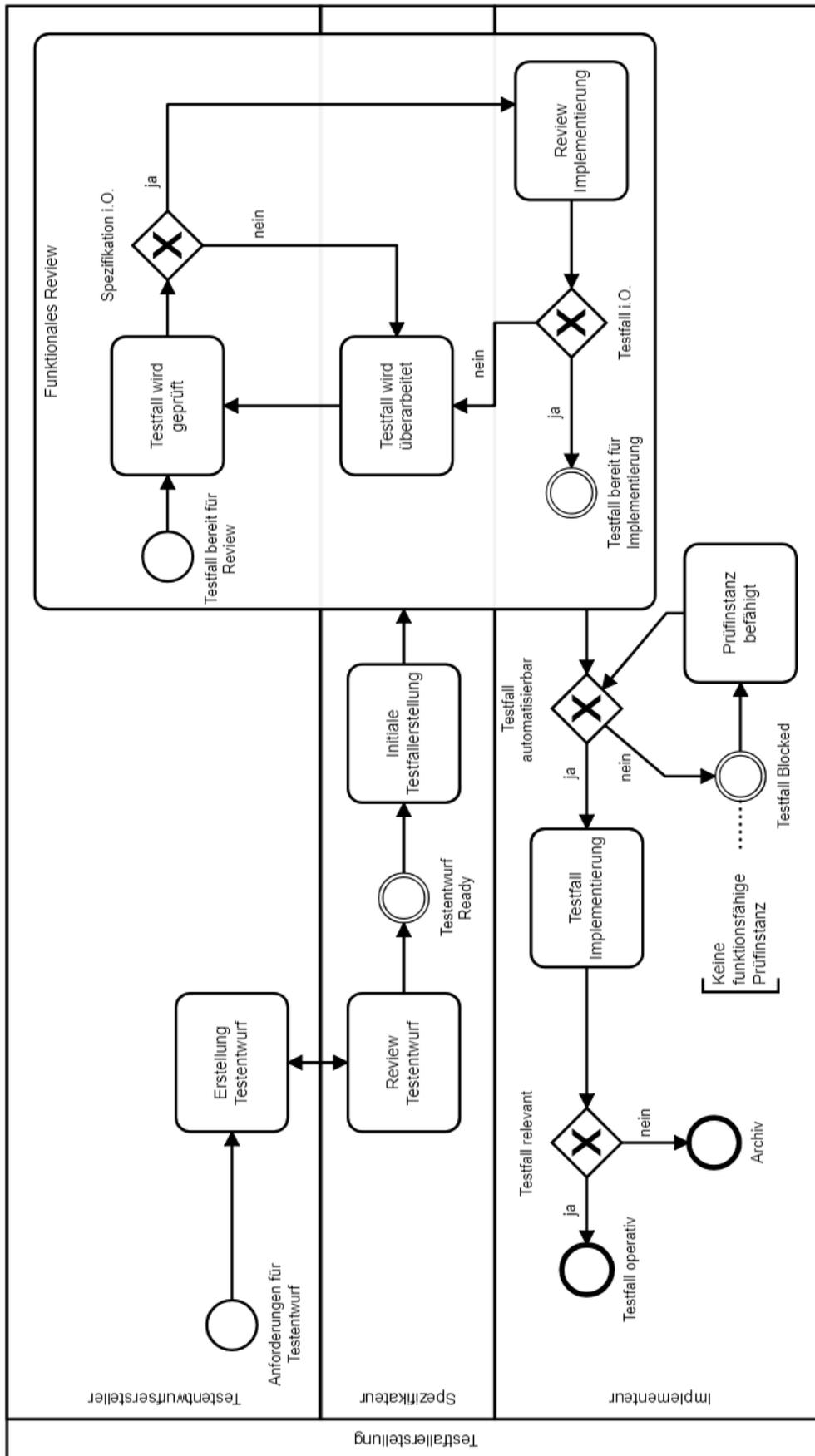


Abbildung 24: Variante 2 mit agilem Vorgehen im funktionalen Review

4. Modellierung eines Beispielprozesses im Bereich Software-Testmanagement

Bei der zweiten Variante in Abbildung 24 sieht man, dass nach der initialen Erstellung der Testfälle ein funktionales Review stattfindet.

In diesem Review sind alle drei Beteiligten, Testentwurfsersteller, Spezifikateur und Implementeur präsent und können miteinander diskutieren und die Testfälle so anpassen, dass sie für alle in Ordnung sind. Dieses Review findet bestenfalls vor Ort statt, da so Unklarheiten bilateral schnell geklärt werden können, kann aber auch online gehalten werden. Der Ablauf des Reviews entspricht einem Sprint gemäß Scrum, bei dem ein gewisses Backlog an Tests definiert, priorisiert und anschließend abgearbeitet wird. Es gibt dazu keinen formellen Ablaufplan und die Beteiligten können sich die Arbeit selber einteilen und organisieren. Durch die freie Einteilung und die Mitbestimmung an den Aufgaben wird die Motivation erhöht und die Leerlaufzeiten für Mitarbeiter, bei denen aktuell keine Tests zur Bearbeitung stehen, verringert. Durch dieses Vorgehen läuft der Prozess nach dem Wasser-Scrum-Fall ab, welcher noch nicht vollständig agil von statten geht, aber zumindest ein hybrides Vorgehen ermöglicht.

Vor allem auf die Liegezeiten der Testfälle wirkt sich dies positiv aus, da sie direkt nach ihrer Erstellung und dem nachfolgenden Review bereit zur Implementierung sind. Sie müssen somit keine Review Schleifen mehr durchlaufen und können bei späteren Anpassungen einfach wieder in das Review Backlog mitaufgenommen werden.

Auch hierbei werden die benötigten Attribute zu Pflichtattributen, um eine automatisierte Auswertung zu gewährleisten. Allerdings minimiert sich dieser Aufwand, da die Status sowie die Owner nicht ständig umgestellt werden müssen, sondern sich aus den Ergebnissen im Termin ergeben.

Ein weiterer Vorteil ist die Reduzierung des Dokumentationsaufwandes durch das Einsparen von Kommentaren. Da jeder Statuswechsel mit einer Kommentierung dokumentiert werden musste, ergaben sich unnötige Mehraufwände. Durch den Review Termin muss diese Kommentierung nur noch einmalig erfolgen, nämlich beim Abschluss des Testfalls im Termin.

4.4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

In diesem Kapitel wird die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Varianten ermittelt und mit der des aktuellen Vorgehens verglichen. Dies wird mittels der WPM-Methode erfolgen, die in Kapitel 3.4 erläutert wurde.

4.4.1 Analyse des Istmodells

Zunächst wird das Istmodell analysiert, welches die Basis legt, um sie mit den alternativen Varianten vergleichbar zu machen.

Dafür sind folgende Annahmen aus der Praxis zu treffen:

- Ingenieursgehalt nach ERA 9 bis 10: 65000€
- Kostenfaktor für Arbeitgeber 1,3 → $1,3 * 65000€ = 84500€$
- 250 Arbeitstage, davon 30 Urlaubstage; Krankheitstage werden nicht berücksichtigt
 - o 220 Arbeitstage mit 7 Stunden → 1540 Arbeitsstunden
 - o 55€ pro Stunde zahlt Arbeitgeber
- Anforderungen pro Fahrassistenzfunktion: ca. 2000 Stück
- Anforderungen, die pro Testentwurf zusammengefasst werden: ca. 10 → 200 Testentwürfe
- Testfälle pro Testentwurf: ca.10 → 2000 Testfälle pro Funktion

Anschließend können die Aktivitäten im Prozess mit ihren dazugehörigen Zeitwerten nach Kosten bewertet werden. In Tabelle 2 sind alle relevanten Aktivitäten aufgeführt:

Entstehung Testentwurf	Review Testentwurf	Initiale Testfallerstellung	Testfall Review	Testfall Überarbeitung	Testfall Implementierung	Testfall wird archiviert
1h	2h	1h	0,5h	0,5h	1h	0,5h
55€	110€	55€	27,50€	27,50€	55€	27,50€

Tabelle 5: Kostenaufstellung der Aktivitäten

Im Falle eines perfekten Testfalls, der keiner Anpassung mehr bedarf, fallen Kosten von 302,50€ ($55€+110€+55€+27,50€+55€$) an.

4. Modellierung eines Beispielprozesses im Bereich Software-Testmanagement

Bei einer durchschnittlichen Überarbeitungsquote von zwei, müssen die Aktivitäten Testfall Review, Testfall Überarbeitung und Testfall Implementierung zusätzlich zweimal durchlaufen werden. Dies bedeutet einen Zusatzaufwand von 220€ (27,50€+27,50€+55€+27,50€+ 27,50€+55€). Die Kosten summieren sich somit auf 522,50€ pro operativen Testfall, der nicht archiviert wird. Allgemeine Kosten für Energie und Arbeitsplatz werden nicht einberechnet.

Für 2000 Testfälle pro Funktion ergeben sich dadurch Kosten in Höhe von 1,045 Millionen Euro.

4.4.2 Analyse von Variante 1

In der ersten Variante findet parallel zum Testfall Review durch den Testentwurfsersteller ein Review des Testfalls durch den Implementeur statt. Dadurch wird bei der Überarbeitung des Testfalls das Feedback von beiden eingearbeitet, was die Überarbeitungsquote auf eins reduziert. Für die Kosten und Dauer für das Review seitens Implementierung werden ebenfalls 0,5 Stunden und 27,50€ veranschlagt.

Entstehung Testentwurf	55€
Review Testentwurf	110€
Initiale Testfallerstellung	55€
Testfall Review	2*27,50€
Review Implementierung	2*27,50€
Testfall Überarbeitung	27,50€
Testfall Implementierung	55€
Summe	412,50€

Tabelle 6: Kostenaufstellung Variante 1

Somit können die Kosten pro Testfall auf 412,50€, etwa 21%, gesenkt werden, wie in Tabelle 3 zu erkennen ist. Auch die Durchlaufzeit kann von 7,5 Stunden auf 6,5 Stunden reduziert werden. Das entspricht etwa 13% Einsparung. Die Archivierung der Testfälle und die Befähigung der Prüfinstanz wurden hierfür nicht berücksichtigt.

4.4.3 Analyse von Variante 2

Bei der zweiten Variante wird ein agileres Vorgehen beabsichtigt. Nach der Testfallerstellung kommt es zum funktionalen Review, in dem Testentwurfsersteller, Spezifikateur und Implementeur präsent sind, um die initial erstellten Testfälle gemeinsam zu überprüfen und sie gegebenenfalls gleich anzupassen. Dadurch werden unnötige Reviewschleifen und Testfall Überarbeitungen vermieden, da alle Beteiligten gleich ihre Ansichten und Gründe einbringen können. Pro Testfall wird dabei eine halbe Stunde Bearbeitungszeit zu Grunde gelegt. Die Kosten ergeben sich wie folgt:

Entstehung Testentwurf	55€
Review Testentwurf	110€
Initiale Testfallerstellung	55€
Testfall Review	3*27,50€
Testfall Implementierung	55€
Summe	357,50€

Tabelle 7: Kostenaufstellung Variante 2

Wie man in Tabelle 4 sehen kann, bedeutet das eine Reduzierung der Kosten von 522,50€ auf 357,50€ pro Testfall, also um etwa 31%. Die Durchlaufzeit wurde ebenfalls verkürzt, von 7,5h auf 6,5h. Wie in Variante 1 sind dies 13% Einsparung.

Wie in Tabelle 5 aufgeführt, ergeben sich folgende Resultate:

	Ist-Stand	Variante 1	Variante 2
Kosten pro Testfall	522,50€	412,50€	357,50€
Kosten pro Funktion	1.045.000€	825.000€	715.000€
Durchlaufzeit	7,5 Stunden	6,5 Stunden	6,5 Stunden

Tabelle 8: Vergleich der Variante mit dem aktuellen Stand

5. Diskussion: Analyse von Modellierungen und Optimierungen in (teil-) agilen Vorgehensmodellen im Automobilumfeld

Wie im Praxisteil anhand des Beispiels im Software Testmanagement aufgezeigt, besteht großes Potential in der Umsetzung von agilen Methoden und Vorgehensmodellen, um die Effizienz in den Prozessen vieler Unternehmen in der Automobilbranche zu maximieren. Die dazu notwendigen Grundlagen, in Kapitel 2 und 3 beschrieben, sind den meisten Unternehmen bekannt. Es scheitert jedoch häufig an einer konsequenten Umsetzung. Mit Hilfe der Modellierung können Schwachstellen und ungenutzte Potentiale kostengünstig aufgezeigt werden, jedoch nur, wenn dafür die nötigen Ressourcen, wie Zeit und Aufwände für Tools, aufgebracht werden. In Kapitel 4 wird am Praxisbeispiel systematisch erörtert, welche Vorteile eine auch nur teilweise agil ausgerichtete Arbeitsorganisation mit sich bringen kann.

5.1 Einsatz gängiger und Umsetzung agiler Vorgehensmodelle

Welche Vorgehensmodelle gibt es und welche werden in der Automobilindustrie eingesetzt?

In der Automobilbranche wird aktuell noch oft nach traditionellem Vorgehen, insbesondere nach Wasserfall- und V-Modell, gearbeitet (Ibing und Mertens 2017). Diese Arbeitsweise hat sich in der Vergangenheit bewährt und ist nach wie vor für bestimmte Bereiche sinnvoll. Vor allem die Hardware Entwicklung und einige Bereiche der Verwaltung und des Controllings arbeiten nach diesem Vorgehen (Ibing und Mertens 2017). Durch das Schritt für Schritt arbeiten werden Fehler vermieden und starre Regularien hervorragend eingehalten. Aus diesem Grund ist das traditionelle Vorgehen in solchen Bereichen nach wie vor sinnvoll und findet seine Berechtigung. Da die Automobilbranche im Bereich Entwicklung durch den erhöhten Software Einsatz immer IT-lastiger wird, muss die Arbeitsweise dementsprechend angepasst werden (Kugler Maag CIE 2017). Leider wird zu häufig versucht, die etablierten Muster auf die „neuen“ Entwicklungsbereiche anzuwenden, was von vorne herein zum Scheitern verurteilt ist und der dadurch entstandene Rückstand nur mit massiven Investitionen wettzumachen ist. Ein aktuelles Beispiel sind hierfür die Investitionen der

5. Diskussion: Analyse von Modellierungen und Optimierungen in (teil-) agilen Vorgehensmodellen im Automobilumfeld

deutschen Automobilhersteller in die Elektrifizierung der Fahrzeuge, sowie in das autonome Fahren (Henze 2018).

Falls doch agile Methoden eingeführt werden sollen, scheitert das oft an inkonsequenter Umsetzung oder dem schnellen Zurückrudern bei Abweichungen und Problemen (Schuh 2012). Dadurch werden agile Projekte eher als Pilot- oder Versuchsprojekte bezeichnet und werden oft nicht ernst genommen.

Aus diesen Gründen sind die Unterstützung und die Bereitschaft des Managements für die Umstellung der Prozesse essentiell (Ibing und Mertens 2017, S. 63ff.). Durch das Vorleben der beabsichtigten Werte werden die Mitarbeiter dazu animiert, sich dem anzupassen und entsprechend zu verhalten. Deshalb ist es enorm wichtig, dass alle Vorgesetzten auf die gleiche Weise agieren, wie sie es von ihren Angestellten erwarten.

5.2 Umsetzung der Modellierungen und Identifikation von Verbesserungspotentialen

Wie werden Prozess Modellierungen umgesetzt und wie kann dadurch Verbesserungspotential erkannt werden?

Die Notwendigkeit von Modellierungen ist in der Automobilindustrie noch nicht überall angekommen. Dementsprechend werden Vorschläge in dieser Richtung häufig als unnötig und zeitverschwendend angesehen (Stiehl 2013). Aus diesem Grund ist die Häufigkeit von Modellierungen aktuell noch gering.

Sollte der Mehrwert doch einmal erkannt worden sein, werden die erforderlichen Schritte oftmals von externen Beratungsunternehmen übernommen, welche sich die Arbeit gut entlohnen lassen und somit die Akzeptanz bei der Belegschaft senken (Hesseler 2011). Die bestehenden Prozessschablonen werden analysiert, auf ihre Aktualität geprüft und gegebenenfalls angepasst. Die Identifizierung von überflüssigen oder doppelten Arbeitsschritten sowie die Reduzierung von Schnittstellen bildet die Grundlage der Analyse. Auch im Praxisbeispiel wurden alle bestehenden Prozesse aufgelistet und eine aktuelle Ist-Modellierung erstellt. Die anfallenden Kosten und Aufwände durch die benötigten Ressourcen müssen zu Beginn erstmal von den leitenden Stellen genehmigt werden.

5. Diskussion: Analyse von Modellierungen und Optimierungen in (teil-) agilen Vorgehensmodellen im Automobilumfeld

Wie in der Ist-Modellierung zu erkennen ist, wird strikt ein Arbeitsschritt nach dem anderen ausgeführt, was zu Wiederholungsschleifen und Mehrfachausführungen von Arbeitsschritten führt.

In der ersten Variante werden lediglich die Prozessschritte der beiden Reviews nach der Testfallerstellung, vom Testentwurfsersteller und vom Implementeur, parallelisiert und dadurch die Bearbeitungsdauer reduziert. Es werden also nur punktuelle Verbesserungen vorgenommen, ohne dass bereits agile Vorgehensweisen implementiert werden.

Bei Variante zwei werden die beiden Review-Prozessschritte, ebenfalls von Testentwurfsersteller und Implementeur, mit dem Schritt Testfall Überarbeitung zusammengelegt und in einem funktionalen Review, in dem alle Beteiligten anwesend sind, abgearbeitet. Das Review wird von den Beteiligten selbstständig organisiert und strukturiert, was zugleich die Verantwortung und das Qualitätsbewusstsein der Mitarbeiter erhöht. Durch den Einsatz dieses einfachen, agilen Elements im Prozess wird die Bearbeitungszeit deutlich reduziert und das Arbeitsergebnis, durch die Eigenverantwortung der Mitarbeiter, verbessert (Cohn 2010). Diesen fallen häufig die größten Verbesserungsmöglichkeiten auf.

5.3 Langfristiger und finanzieller Mehrwert von Prozess Modellierungen

Wie lassen sich mittels Modellierung langfristige, monetäre Vorteile durch Prozessverbesserungen erzielen?

In Kapitel 3 ist ausführlich beschrieben, welche Schritte notwendig sind, um eine Prozess Modellierung durchzuführen und umzusetzen. Damit dies in einem Unternehmen der Automobilindustrie klappen kann, müssen die benötigten Voraussetzungen geschaffen werden.

Dazu zählen zum einen die Bereitschaft, Änderungen offen gegenüber zu treten sowie die Schaffung von Kapazitäten, um alle benötigten Ressourcen bereitzustellen. Letzteres ist in dieser konjunkturabhängigen Branche jedoch nicht immer so leicht zu realisieren (Diez et al. 2016). Sind die Bedingungen aber erstmal geschaffen, können bestehende Prozesse mit Hilfe von Modellen aufgezeichnet und visualisiert werden. Daraus lässt sich oft schnell erkennen, ob das aktuelle Vorgehen Schwachstellen aufweist oder ungenutztes Potential liegen lässt.

5. Diskussion: Analyse von Modellierungen und Optimierungen in (teil-) agilen Vorgehensmodellen im Automobilumfeld

Der im Praxisbeispiel analysierte Prozess im Bereich Testmanagement hat gezeigt, dass auch im etablierten, über mehrere Jahre stabilem Vorgehen noch Verbesserungspotential steckt. Nur durch das „In-Frage-Stellen“ des Standardvorgehens ist mit Hilfe der Modellierung zu erkennen gewesen, dass das aktuelle Vorgehen nach dem Wasserfallmodell nicht effizient und wirtschaftlich sinnvoll ist (Freund und Götzer 2008).

Das Beispiel zeigt, dass neben der Parallelisierung von Prozessen zur Arbeitszeitreduzierung, vor allem das Einbinden von agilen Teilprozessen Vorteile mit sich bringt. Anstatt dem Schritt-für-Schritt Vorgehen bietet das Zusammenarbeiten der Betroffenen in einem funktionalen Review derartige Vorteile, sodass sich die Durchlaufzeit verkürzen lässt und auch die Kosten pro Testfall reduzieren lassen.

Da im ersten Moment demgegenüber Kosten für die Modellierung und deren Umsetzung stehen, schrecken viele davon zurück oder setzen Maßnahmen nur spärlich um, was nicht den gewünschten Effekt mit sich bringt. Somit eignen sich Modellierungen vor allem für langfristig ausgelegte Projekte, da sich monetäre Vorteile, das Hauptargument für jede Änderung und Verbesserung, erst nach gewisser Zeit einstellen (Stiehl 2013).

Auch im analysierten Testmanagementprozess kann dies nicht ohne weiteres umgesetzt werden. Hierfür muss das Vorgehen mit allen Funktionsteams, den betroffenen Gewerken und den jeweiligen Vorgesetzten abgestimmt werden. Aufgrund dieses bürokratischen Aufwandes entstehen hierfür Zeitaufwände und Kosten, die nicht vermieden werden können. Auf lange Sicht gesehen ist es jedoch unvermeidlich, solche Modellierungen und die anschließenden Prozessanpassungen durchzuführen, um konkurrenzfähig zu bleiben.

5.4 Chancen und Risiken von agilem Vorgehen und der Faktor Mensch

Welche Chancen und Risiken ergeben sich durch den Einsatz von agilem Vorgehen?

In Kapitel 4 wurden zwei alternative Varianten des betrachteten Prozesses erstellt. Neben der Parallelisierung zweier Prozesse, wurde in Variante zwei ein funktionales Review als agiles Element hinzugefügt.

Die Chancen liegen hierbei ganz klar an den einzelnen Mitarbeitern, die sich durch die Einbindung in Entscheidungen, wie beispielsweise der Auswahl der zu besprechenden

5. Diskussion: Analyse von Modellierungen und Optimierungen in (teil-) agilen Vorgehensmodellen im Automobilumfeld

Tests, stärker wertgeschätzt fühlen, als stumpfsinnig ein vorgegebenes Arbeitspaket durchzuarbeiten. Somit können die Arbeitszufriedenheit, sowie die Bindung zum Unternehmen verbessert und gestärkt werden (Ibing und Mertens 2017).

Des Weiteren wird die Bearbeitungszeit der Testfälle reduziert und aufgrund der gemeinsamen Durchsicht und Kontrolle die Qualität erhöht. Dies führt zu schnelleren und effektiveren Abschlüssen, was sich ebenso positiv auf die Kundenzufriedenheit auswirkt.

Dem gegenüber stehen allerdings auch einige Risiken, die die Einführung agiler Methoden mit sich bringt. Zum einen muss das Vorgehen von allen Beteiligten akzeptiert werden, um effektiv zusammenarbeiten zu können (Bergmann 2015). Ansonsten können einzelne Mitarbeiter versuchen, sich im Beispielprozess aus der Verantwortung zu ziehen oder nur zögerlich ihre Meinung im Review äußern.

Außerdem muss die Vertreterregelung so gestaltet sein, dass bei einem Ausfall eines Mitarbeiters nicht der komplette Termin abgesagt werden muss, sondern ein Vertreter die wichtigsten Punkte klärt oder gegebenenfalls mitnimmt.

Gesamthaft betrachtet übertreffen jedoch die möglichen Vorteile deutlich die Nachteile, weshalb die Einbindung agiler Methoden bei jeder Modellierung und Umgestaltung von Prozessen in Betracht gezogen werden sollte.

6. Zusammenfassung und Ausblick

In Kapitel 2 wurden gängige Vorgehensmodelle erläutert, nach denen in der Automobilindustrie häufig Prozesse aufgebaut sind. In dieser traditionell aufgestellten Branche finden sich noch sehr viele Prozesse, die nach dem klassisch traditionellen Vorgehen arbeiten, sich momentan aber im Umbruch befinden. Der steigende Softwareanteil im Auto zwingt sie zum Umdenken. Wie im Praxisbeispiel angeführt, reichen aber oft schon Veränderungen in Teilen der Prozesse, um sicht- und messbare Resultate zu erzielen.

Ein weiterer Schwerpunkt dieser Arbeit war die Erläuterung über den Aufbau, die Funktionsweise und Umsetzung von Modellierungen und deren Mehrwert. Mit Hilfe von Modellierungen lassen sich Prozesse leicht visualisieren und es kann dadurch schnell erkannt werden, in welchen Bereichen ineffizient gehandelt und agiert wird. Nur durch das bloße „Vor-Augen-Führen“ des bestehenden Vorgehens können Schwachstellen und Verbesserungspotentiale identifiziert und entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

Sind die Modellierungen erst einmal erstellt, kann anhand von einfachen Rechnungen, wie im Praxisbeispiel gezeigt, der monetäre Vorteil von alternativen Lösungen ermittelt werden. Dadurch lassen sich die verbrauchten Ressourcen zur Erstellung der Modellierung rechtfertigen und dienen dem Management als Entscheidungsgrundlage zur zukünftigen Ausrichtung der Prozesse.

In der Beispielmmodellierung ist ebenfalls zu erkennen, dass die Umsetzung von agilen Methoden sowohl monetäre Vorteile mit sich bringen kann, als auch positive Auswirkungen auf Mitarbeiter hat, sofern diese das neue Vorgehen akzeptiert haben und danach handeln. Insbesondere in der Automobilindustrie gibt es dabei noch erhebliches Nachholpotential, da die Belegschaft noch sehr an die traditionellen Prozesse gewohnt ist und diese manchmal nur widerwillig umgestalten möchte.

In Zukunft werden agile Vorgehensmodelle und Methoden stetig an Bedeutung hinzugewinnen, da somit die Wettbewerbsfähigkeit, mittels kürzerer Entwicklungszyklen und steigender Effizienz, und die Mitarbeiterzufriedenheit, durch selbstbestimmtes und aktiv mitgestaltendes Handeln, nachhaltig gefördert und verbessert wird. Ein wichtiges Hilfsmittel, um bisher noch nicht entdeckte Potentiale zu heben, ist hierfür die Modellierung.

Literaturverzeichnis

Allweyer, Thomas (2012): Geschäftsprozessmanagement. Strategie, Entwurf, Implementierung, Controlling. 5. Nachdr. Herdecke, Bochum: W3L-Verl. (IT lernen).

Angermeier, Georg: Studentensyndrom. Online verfügbar unter <https://www.projektmagazin.de/glossarterm/studentensyndrom>, zuletzt geprüft am 05.10.2019.

Balzert, Helmut; Ebert, Christof (2008): Softwaremanagement. 2. Aufl. Heidelberg: Spektrum Akad. Verl. (Lehrbücher der Informatik, / Helmut Balzert ; 3). Online verfügbar unter http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=3030756&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm.

Becker, Jörg (2004): Handelsinformationssysteme. Domänenorientierte Einführung in die Wirtschaftsinformatik. 1. Auflage. München: mi-Wirtschaftsbuch. Online verfügbar unter http://www.wiso-net.de/document/MIWI,AMIW__9783636031440875.

Becker, Jörg; Kugeler, Martin; Rosemann, Michael (Hg.) (2012): Prozessmanagement. Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. Siebte, korrigierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.

Becker, Jörg; Schütte, Reinhard (2004): Handelsinformationssysteme. Domänenorientierte Einführung in die Wirtschaftsinformatik. 2., vollst. überarb., erw. und aktualisierte Aufl. Frankfurt am Main: Redline Wirtschaft (Redline-Wirtschaft).

Bergmann, Thomas (2015): Erfolgsfaktoren wirklich agiler Unternehmen. Erfahrungsberichte aus der Praxis. 1. Auflage. Hg. v. Stefan Scherber. Düsseldorf: Symposion Publishing.

Bergsmann, Johannes; Unterauer, Markus (2018): Requirements Engineering für die agile Softwareentwicklung. Methoden, Techniken und Strategien. 2., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Heidelberg: dpunkt.verlag.

Boehm (1988): A Spiral Model of Software Development and Enhancement. IEEE Computer, 21(5):61–72.

- Borgeest, Kai (2008): Elektronik in der Fahrzeugtechnik. Hardware, Software, Systeme und Projektmanagement ; mit 25 Tabellen. 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg (ATZ-MTZ-Fachbuch).
- Brause, Rüdiger (2005): Kompendium der Informationstechnologie. Hardware, Software, Client-Server-Systeme, Netzwerke, Datenbanken. Berlin: Springer (Xpert.press). Online verfügbar unter <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10182967>.
- BRUCKNER (2011): QM IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE. [Place of publication not identified]: CARL HANSER Verlag GMBH &.
- Cohn, Mike (2010): Agile Softwareentwicklung. Mit Scrum zum Erfolg! München: Addison-Wesley. Online verfügbar unter <http://proquest.tech.safaribooksonline.de/9783827329875>.
- Delfmann, Patrick (2006): Adaptive Referenzmodellierung. Methodische Konzepte zur Konstruktion und Anwendung wiederverwendungsorientierter Informationsmodelle. Berlin: Logos-Verl. (Advances in information systems and management science, 25).
- Diez, Willi; Reindl, Stefan; Brachat, Hannes (Hg.) (2016): Grundlagen der Automobilwirtschaft. Das Standardwerk der Automobilbranche. 6. Auflage, Stand: Mai 2016. München: Springer Automotive Media in der Springer Fachmedien München GmbH (Autohaus Buch & Formular).
- Dijkman, Remco; Hofstetter, Jörg; Koehler, Jana (2011): Business Process Model and Notation. Third International Workshop, BPMN 2011, Lucerne, Switzerland, November 21-22, 2011. Proceedings. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Business Information Processing, 95).
- DIN 69901-1:2009-01, Projektmanagement_ - Projektmanagementsysteme_ - Teil_1: Grundlagen.
- Eichhorn, Peter (op. 2005): Das Prinzip Wirtschaftlichkeit. Basiswissen der Betriebswirtschaftslehre. 3., überarb. und erw. Aufl. Wiesbaden: Gabler.

Eisenberg, Florian (2018): Kanban – Mehr als Zettel. Wie die Methode Ihnen zu echtem Mehrwert verhilft. München: Hanser, Carl.

Esswein (1993): Das Rollenmodell der Organisation. In Wirtschaftsinformatik (35. Ausg., S. 551).

Fink, Andreas; Schneidereit, Gabriele; Voß, Stefan (2001): Grundlagen der Wirtschaftsinformatik. Heidelberg, s.l.: Physica-Verlag HD (Physica-Lehrbuch). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-41566-5>.

Freund, Jakob; Götzer, Klaus (2008): Vom Geschäftsprozess zum Workflow. Ein Leitfaden für die Praxis. München: Hanser.

Freund, Jakob; Rücker, Bernd (2019): Praxishandbuch BPMN. Mit Einführung in DMN. 6., aktualisierte Auflage.

Fröschle, Hans-Peter (2004): Wettbewerbsvorteile durch IT. Heidelberg: Dpunkt.

Grob und v. Brocke (2004): Controlling des Designs von Logistikprozessen.

Grochla, Erwin (Hg.) (1984): Handwörterbuch der Betriebswirtschaft. 4., völlig neu gestaltete Aufl., ungek. Studienausg. Stuttgart: Poeschel.

Henze, Roman (2018): Vom Assistierten zum Hoch-Automatisierten Fahren. 1. Auflage. Herzogenrath: Shaker (Schriftenreihe des Instituts für Fahrzeugtechnik TU Braunschweig, 60).

Hesseler, Michael (2011): Unternehmensethik und Consulting: De Gruyter.

Hoermann, Klaus; Vanamali, Bhaskar (2015): Automotive SPICE Essentials. Automotive SPICE v2.5 - kompakt vermittelt. Kornwestheim: KUGLER MAAG (Essentials).

Höhn, Reinhard; Höppner, Stephan; Rausch, Andreas (2008): Das V-Modell XT. Anwendungen, Werkzeuge, Standards. Berlin, Heidelberg: Springer (eXamen.press). Online verfügbar unter <http://d-nb.info/989133036/34>.

Ibing, Bernârd; Mertens, Frank (2017): Weshalb der Toyotaweg bei VW nicht funktioniert. Oder: Scrum - ein kultureller Ländervergleich in sechs Farben. Königstein: SERVMANGROUP Press Verlag.

Jungkind, Wilfried; Könneker, Martin; Pläster, Ingo; Reuber, Mark (2018): Handbuch der Prozessoptimierung. Die richtigen Werkzeuge auswählen und zielsicher einsetzen. München: Hanser, Carl.

Kugler Maag CIE (2017): Agile in Automotive. Scrum Pocket Guide. Deutsche Ausgabe, Version 3.0 de. Kornwestheim: KUGLER MAAG CIE.

Oppermann, Bernd; Stender-Vorwachs, Jutta (Hg.) (2016): Autonomes Fahren. 1. Auflage. München: Beck, C H.

Porter, Michael E. (2008): Wettbewerbsstrategie. Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten. 11. Aufl. Frankfurt am Main: Campus Verlag GmbH (Business Backlist). Online verfügbar unter http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783593404844.

Reif, Konrad (2016): Grundlagen fahrzeug- und motorentechnik im Überblick. Konventioneller antrieb. [Place of publication not identified]: Morgan Kaufmann.

Roos, Alexander (2009): Geschäftsprozessmanagement. Online verfügbar unter <https://www.wiwi-treff.de/downloads/Geschaeftsprozessmanagement.pdf>, zuletzt geprüft am 05.10.2019.

Royce (1970): Managing the Development of Large Software Systems. Concepts and Techniques.

Sandbrink, Johanna (2019): Gestaltungspotenziale für Infotainment-Darstellungen im Fahrzeug. Wie Komplexität, Displayposition und stereoskopisches 3D die Wahrnehmung und Fahrleistung bestimmen. Wiesbaden: Springer (AutoUni – Schriftenreihe).

Schatten, Alexander; Biffel, Stefan; Demolsky, Markus; Gostischa-Franta, Erik; Östreicher, Thomas; Winkler, Dietmar (2010): Best Practice Software-Engineering. Eine praxiserprobte Zusammenstellung von komponentenorientierten Konzepten,

Methoden und Werkzeugen. Heidelberg, Neckar: Spektrum Akademischer Verlag.

Online verfügbar unter

<http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10363517>.

Schuh, Günther (2012): Innovationsmanagement. Handbuch Produktion und Management 3. 2. Aufl. 2012. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (VDI-Buch).

Schwaber, Sutherland (2019): Manifest für Agile Softwareentwicklung. Online verfügbar unter <https://agilemanifesto.org/iso/de/manifesto.html>, zuletzt aktualisiert am 09.09.2019, zuletzt geprüft am 05.10.2019.

Schwaber und Sutherland (2018): Scrum Guide | Scrum Guides. Online verfügbar unter <https://www.scrumguides.org/scrum-guide.html>, zuletzt aktualisiert am 08.06.2018, zuletzt geprüft am 05.10.2019.

Schwarzer, Bettina (1994): Prozeßorientiertes Informationsmanagement in multinationalen Unternehmen. Eine empirische Untersuchung in der Pharmaindustrie. Wiesbaden: Gabler Verlag (Schriften zur EDV-Orientierten Betriebswirtschaft).

Sneed, Harry M.; Baumgartner, Manfred; Seidl, Richard (2009): Der Systemtest. Von den Anforderungen zum Qualitätsnachweis. 2., aktualis. und erw. Aufl. München: Hanser.

Spillner, Andreas; Linz, Tilo (2019): Basiswissen Softwaretest. Aus- und Weiterbildung zum Certified Tester Foundation Level nach ISTQB-Standard. 6., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Heidelberg: dpunkt.verlag.

Stahlknecht, Peter; Hasenkamp, Ulrich (2005): Einführung in die Wirtschaftsinformatik. 11., vollst. überarb. Aufl., 185. - 200. Tsd. Berlin: Springer (Springer-Lehrbuch).

Stiehl, Volker (2013): Prozessgesteuerte Anwendungen entwickeln und ausführen mit BPMN. Wie flexible Anwendungsarchitekturen wirklich erreicht werden können. 1. Aufl. Heidelberg: dpunkt.verl.

Timinger, Holger (2017): Modernes Projektmanagement. Mit traditionellem, agilem und hybridem Vorgehen zum Erfolg. 1. Auflage. Weinheim: Wiley. Online verfügbar unter <http://www.wiley-vch.de/publish/dt/books/ISBN978-3-527-53048-9/>.

Uthmann (1998): Machen Ereignisgesteuerte Prozeßketten (EPK) Petrinetze für die Geschäftsprozeßmodellierung obsolet?, S. 100–107.

v. Brocke, Sonnenberg, Simons (2009): Wertorientiertes Prozessmanagement: State of the Art und zukünftiger Forschungsbedarf.

vom Brocke, Jan (2009): Serviceorientierung im Prozessmanagement – Analyse der Potenziale Serviceorientierter Architekturen auf Basis von Prozessmodellen. In: Oliver Thomas und Markus Nüttgens (Hg.): Dienstleistungsmodellierung. Methoden, Werkzeuge und Branchenlösungen, Bd. 65. Heidelberg: Physica-Verlag HD, S. 169–184.

Wallentowitz, Henning; Reif, Konrad (Hg.) (2011): Handbuch Kraftfahrzeugelektronik. Grundlagen ; Komponenten ; Systeme ; Anwendungen ; mit 124 Tabellen. 2., verb. und aktualisierte Aufl. Wiesbaden: Vieweg + Teubner (ATZ-MTZ Fachbuch).

West, Dave (2011): Water-Scrum-Fall Is The Reality Of Agile For Most Organizations Today. Online verfügbar unter https://www.verheulconsultants.nl/water-scrum-fall_Forrester.pdf, zuletzt geprüft am 05.10.2019.

Wettbewerbsvorteil Projektmanagement. Projekte in Handels- und logistischen Dienstleistungsunternehmen zum Erfolg führen (2005). 1. Aufl. München: Huss (Logistik result).

Wintersteiger, Andreas (2015): Scrum. Schnelleinstieg (3. Aufl.). Frankfurt am Main: entwickler.press. Online verfügbar unter <http://gbv.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=4344019>.

Witte, Frank (2019): Testmanagement und Softwaretest. Theoretische Grundlagen und praktische Umsetzung. 2., erweiterte Auflage.

Wolf, Fabian (2018): Fahrzeuginformatik. Eine Einführung in die Software- und Elektronickentwicklung aus der Praxis der Automobilindustrie. Wiesbaden: Springer Vieweg (ATZ/MTZ-Fachbuch).

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Eigene Darstellung des Wasserfallmodells in Anlehnung an Royce (Royce 1970)	8
Abbildung 2: Eigene Darstellung des V-Modells	10
Abbildung 3: Eigene Darstellung des Simultaneous Engineering	12
Abbildung 4: Spiralmodell in Anlehnung an Boehm (Boehm 1988)	14
Abbildung 5: Eigene Darstellung des Scrum Ablaufs	18
Abbildung 6: Rollen in Scrum in Anlehnung an Schwaber und Sutherland (Schwaber und Sutherland 2018)	19
Abbildung 7: Beispieldarstellung eines Taskboards	20
Abbildung 8: Beispieldarstellung eines Burn Down Charts	20
Abbildung 9: Eigene Darstellung eines Kanban Boards	25
Abbildung 10: Eigene Darstellung eines Wasser-Scrum-Fall Modells	26
Abbildung 11: Eigene Darstellung eines V-Scrum Modells.....	28
Abbildung 12: Neuausrichtung der Organisation (Roos 2009, S. 7)	30
Abbildung 13: Prozess (Schwarzer 1994, S. 34)	32
Abbildung 14: Schritte bei der Vorbereitung und Festlegung der Prozessmodellierung (Becker et al. 2012, S. 51)	33
Abbildung 15: Einsatzzwecke von Prozessmodellen (Becker et al. 2012, S. 59)	34
Abbildung 16: Grundelemente der BPMN (Becker et al. 2012, S. 72)	39
Abbildung 17: Swimlane, Pool und Nachrichtenfluss (Becker et al. 2012, S. 73)	40

Abbildung 18: Zusätzliche Elemente (Becker et al. 2012, S. 74)	41
Abbildung 19: Übersicht benötigter Detaillierungsgrade (Becker et al. 2012, S. 200)	46
Abbildung 20: Camunda Beispielmodellierung	50
Abbildung 21: Exemplarischer zeitlicher Ablauf der Aufgaben bei der Testfallerstellung	59
Abbildung 22: Istmodell des aktuellen Vorgehens	61
Abbildung 23: Variante 1 mit paralleler Bearbeitung.....	64
Abbildung 24: Variante 2 mit agilem Vorgehen im funktionalen Review	66

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Leitsätze des agilen Manifests (Schwaber 2019).....	16
Tabelle 2: Erklärung der Grundelemente der BPMN (Becker et al. 2012, S. 72).....	40
Tabelle 3: Erklärung von Swimlane, Pool und Nachrichtenfluss (Becker et al. 2012, S. 73)	40
Tabelle 4: Erklärung von zusätzlichen Elementen (Becker et al. 2012, S. 74).....	41
Tabelle 5: Kostenaufstellung der Aktivitäten.....	68
Tabelle 6: Kostenaufstellung Variante 1	69
Tabelle 7: Kostenaufstellung Variante 2	70
Tabelle 8: Vergleich der Variante mit dem aktuellen Stand	70