

Leitfaden zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung des Forschungsprojektes „Fabrik- und Qualitätsplanung: Integration von agilen Qualitätsmanagementsystemen in den Fabrikplanungsprozess nach VDI- Richtlinie 5200“ (FQP)

Das Forschungsprojekt wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF-Nr. 22129 N) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) e. V. und die Bundesvereinigung Logistik (BVL) e. V. aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	7
1 Einleitung	8
2 Aufbau des Leitfadens.....	10
3 Theoretische Grundlagen.....	12
3.1 Fabrikplanung nach VDI 5200.....	12
3.2 Qualitätsmanagement und Qualitätsmanagementsysteme	19
3.3 Agilität.....	22
4 Vorgehensmodell zur Fabrik- und Qualitätsplanung.....	24
4.1 Anleitung zur Anwendung des Vorgehensmodells	24
4.2 Identifikation sinnvoller Schnittstellen.....	25
4.2.1 Methodisches Vorgehen.....	26
4.2.2 Identifizierte Schnittstellen.....	27
4.2.3 Transfer in die Praxis	36
4.3 Quality Gates	37
4.3.1 Zielfestlegung.....	40
4.3.2 Grundlagenermittlung.....	41
4.3.3 Konzeptplanung	41
4.3.4 Detailplanung	42
4.3.5 Realisierungsüberwachung	42
4.3.6 Hochlaufbetreuung.....	43
4.4 Fazit.....	43
5 Agiler Baukasten.....	45
5.1 Einführung	45
5.2 Agile Werkzeuge und Methoden – Tabellarische Übersicht.....	46
5.3 Agile Werkzeuge und Methoden – Beschreibung.....	55

5.3.1	Appreciative Inquiry (AI)	55
5.3.2	Auswahlliste	56
5.3.3	Bowtie Methode	58
5.3.4	Brainstorming	60
5.3.5	Checklisten	62
5.3.6	Design Thinking (DT)	63
5.3.7	Earned Value Analyse.....	64
5.3.8	Fehlerbaumanalyse.....	66
5.3.9	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA).....	67
5.3.10	Fehlersammelliste	69
5.3.11	Histogramme.....	72
5.3.12	Interviews.....	74
5.3.13	Kanban Boards	75
5.3.14	Konsens	77
5.3.15	Meta-Kommunikation	78
5.3.16	Objectives and Key Results (OKR).....	82
5.3.17	Pareto Diagramm	83
5.3.18	Personas	85
5.3.19	Prototyping.....	86
5.3.20	Retrospektiv	87
5.3.21	Reverse Thinking	89
5.3.22	Scrum.....	90
5.3.23	SMART Methode.....	92
5.3.24	Stand-up Meetings	93
5.3.25	Timeboxing Methode.....	94
5.3.26	Turtle-Diagramm	95
5.3.27	Ursache-Wirkungs-Diagramm (Ishikawa-Diagramm).....	97
6	Literaturverzeichnis	99

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Optimaler Zustand der Integration des QM in die FAP</i>	9
<i>Abbildung 2: Aufbau des Leitfadens</i>	10
<i>Abbildung 3: Planungsfälle in der Fabrikplanung [1]</i>	13
<i>Abbildung 4: Fabrikplanungsphasen nach VDI 5200 Richtlinie [1]</i>	13
<i>Abbildung 5: Prozessmodel DIN EN ISO 9001:2015 mit PDCA-Zyklus [14]</i>	21
<i>Abbildung 6: Aufbau des Vorgehensmodells FabriQPlanung</i>	24
<i>Abbildung 7: Flussdiagramm zur Ermittlung der Schnittstellen zwischen dem Fabrikplanungsprozess nach VDI 5200 und dem QM(S) nach DIN EN ISO 9001:2015 [21]</i>	26
<i>Abbildung 8: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 1: Zieldefinition</i>	28
<i>Abbildung 9: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 2: Grundlagenermittlung</i>	29
<i>Abbildung 10: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 3.1: Strukturplanung</i>	30
<i>Abbildung 11: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 3.2: Dimensionierung</i> ...	30
<i>Abbildung 12: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 3.4: Realplanung</i>	31
<i>Abbildung 13: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 4.1: Feinplanung</i>	32
<i>Abbildung 14: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 4.2: Erstellung von Genehmigungsanträgen</i>	33
<i>Abbildung 15: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 4.3: Erstellung von Leistungsbeschreibungen</i>	33
<i>Abbildung 16: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 5: Realisierungsvorbereitung</i>	34
<i>Abbildung 17: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 6: Realisierungsüberwachung</i>	34
<i>Abbildung 18: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 7.1: An- und Hochlaufbetreuung</i>	35
<i>Abbildung 19: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 7.2 Bewertung der Fabrik </i>	35
<i>Abbildung 20: Flussdiagramm zur Ermittlung der Schnittstellen zwischen dem Fabrikplanungsprozess nach VDI 5200 und dem QM(S) nach DIN EN ISO 9001:2015 in einem unternehmensspezifischen Projekt [21]</i>	37
<i>Abbildung 21: Prinzip der Quality Gates [24]</i>	38

Seite 6 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

Abbildung 22: Quality Gates innerhalb des Fabrikplanungsprozesses.....	39
Abbildung 23: Quality Gate 1 - Zielfestlegung.....	40
Abbildung 24: Quality Gate 2 - Grundlagenermittlung.....	41
Abbildung 25: Quality Gate 3 - Konzeptplanung	41
Abbildung 26: Quality Gate 4 - Detailplanung	42
Abbildung 27: Quality Gate 5 - Realisierungsüberwachung	42
Abbildung 28: Quality Gate 6 - Hochlaufbetreuung.....	43
Abbildung 29: Formblatt mit Auswahlkriterien (Feldhusen und Grote 2013).....	56
Abbildung 30: Bowtie Method [31]	59
Abbildung 31: Phasen des Design Thinking Prozess.....	63
Abbildung 32: Exemplarischer Fehlerbaum [31]	67
Abbildung 33: Standardisiertes FMEA Formular [32]	68
Abbildung 34: Fehlersammelliste [39].....	71
Abbildung 35: Histogramm (Based on the Error Collection List in Figure 5).....	73
Abbildung 36: Kanban Boards	76
Abbildung 37: Pareto Chart (Based on the Error Collection List in Figure 5).....	83
Abbildung 38: Vorlage für die Retrospektive mit Klebezetteln.....	88
Abbildung 39: Scrum Rahmenwerk [51]	91
Abbildung 40: Vorlage des Turtle Diagramms zur Beschreibung des Prozesses	96
Abbildung 41: Ishikawa-Diagramm (Herrmann und Fritz '16: 150).....	97

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beschreibung des Aufbaus der Quality Gates..... 39

1 Einleitung

Aufgrund zunehmend dynamischer Märkte müssen Fabriken in immer kürzer werdenden Zyklen reorganisiert werden. Das stellt nicht nur Fabrikplaner vor große Herausforderungen, sondern auch das Qualitätsmanagement (QM). Die Verzahnung beider Disziplinen ist in den meisten Unternehmen nicht gegeben. Die Vernachlässigung qualitätsrelevanter Anforderungen in der Fabrikplanung (FAP) führen zu Fehlentwicklungen im Qualitätsmanagementsystem (QMS). Hinzu kommt, dass historisch gewachsene klassische Qualitätsmanagementsysteme, wie auf PDF basierende Qualitätshandbücher, flexible Anpassungen erschweren. Folglich entsteht die Problematik, dass Qualitätsanforderungen nach dem Hochlauf der Fabrik aufgrund der Zeitverzögerung durch klassische Systeme nicht oder nur teilweise erfüllt sind und es weiteren Anpassungen im Qualitätsmanagementsystem bedarf. Durch fehlende Ressourcen sind solche reaktiven Anpassungen für KMU kaum zu bewältigen. Deshalb müssen Qualitätsmanagementsysteme langfristig durch IT-gestützte Modularität geplant werden, sodass sie auch nach dem Fabrikhochlauf ohne umfassenden Ressourcenaufwand langfristig flexibel aktualisiert werden können. Dieses Ziel hat das Projektvorhaben FabriQPlanung mit der Integration von IT-gestützten, agilen Qualitätsmanagementsystemen in den Fabrikplanungsprozess verfolgt. Dieser wurde für die durchgeführte Forschungsarbeit zunächst an der VDI-Richtlinie 5200 angelehnt, wobei eine Übertragbarkeit auf andere Planungsansätze prinzipiell möglich ist. Im Ergebnis entstand ein anwendungsorientierter Leitfaden mit zusätzlichem E-Learning Konzept. Dieser vermittelt intuitiv, wie IT-gestützte, agile Qualitätsmanagementsysteme in der Fabrikplanung modular aufgebaut werden können und zeigt auf, wie sich Fabrikplaner und Qualitätsmanager bereits während der Fabrikplanung durch Iterationen in definierten Quality Gates (QG) agil abstimmen können. Hierzu wurde unterstützend ein modular anpassbarer Baukasten mit agilen Methoden und Werkzeugen entwickelt, der ebenfalls im Leitfaden und E-Learning Konzept integriert ist. Außerdem beinhaltet das Vorgehen die Anforderungen der DIN EN DIN EN ISO 9001:2015, sodass das Qualitätsmanagementsystem direkt nach dem Fabrikhochlauf normenkonform ist und langfristig durch Modularität flexibel angepasst werden kann.

Um die beschriebenen Probleme, die durch eine Fabrikreorganisation verursacht werden können, zu vermeiden, wurde ein standardisiertes Vorgehen (FabriQPlanung) entwickelt. In der Abbildung 5 ist der ideale Lösungsansatz für eine optimale Verzahnung zwischen der Fabrikplanung und dem Qualitätsmanagement dargestellt.

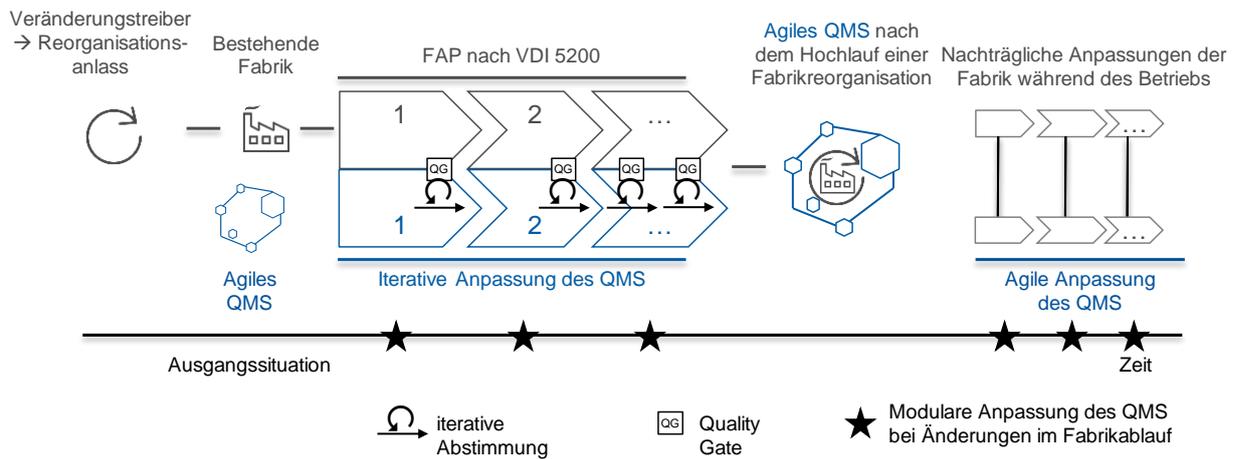


Abbildung 1: Optimaler Zustand der Integration des QM in die FAP

Der Lösungsansatz orientiert sich an dem phasenweisen Vorgehen der VDI 5200. In jeder Fabrikplanungsphase sind definierte Schnittstellen und Wechselwirkungen zum Qualitätsmanagementsystem beschrieben, die vom Projektmanager iterativ durchlaufen werden können. Die Kommunikationsschnittstellen sind jeweils in Form von Quality Gates definiert und somit standardisiert. So können möglich Qualitätsanforderungen kontinuierlich und parallel zum Fabrikplanungsprozess integriert werden.

Um die Abstimmungen zwischen den Disziplinen zu vereinfachen, wird dem Projektmanager zusätzlich ein Methodenbaukasten mit verschiedenen agilen Werkzeugen und Methoden zur Verfügung gestellt.

Durch einen modularen und IT-basierten Aufbau des Qualitätsmanagementsystems kann das System auch langfristig iterativ angepasst werden. Somit können Änderungen auch im laufenden Betrieb schnell und ohne großen Ressourceneinsatz realisiert werden können. Zusammenfassend hat der ideale Lösungsansatz das Ziel, mit einem standardisierten und methodenbasierten Vorgehen (FabriQPlanung) mögliche Fehlentwicklungen im QMS durch eine Reorganisation zu verhindern.

2 Aufbau des Leitfadens

Der Aufbau des praxisorientierten Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung ist in Abbildung 2 dargestellt.

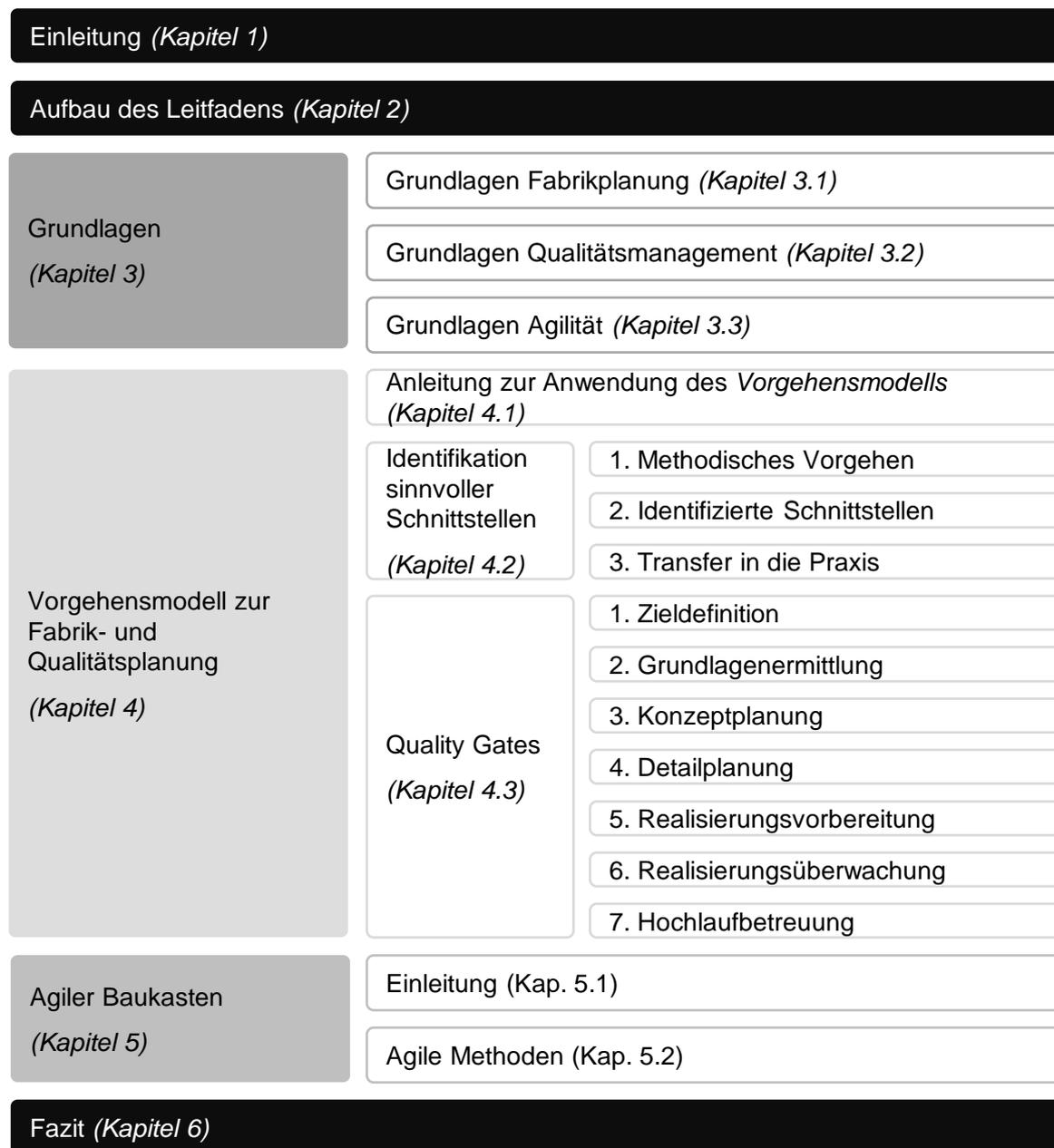


Abbildung 2: Aufbau des Leitfadens

Der Leitfaden beginnt inhaltlich mit der Darstellung der theoretischen Grundlagen zur Fabrikplanung, dem Qualitätsmanagement und der Agilität. Das phasenorientierte Vorgehensmodell der VDI 5200 sowie die Beschreibung des Qualitätsmanagementsystems nach DIN EN ISO 9001:2015 werden eingeführt. Anschließend wird der Begriff der Agilität aufgegriffen und für die Nutzung im Rahmen des Leitfadens definiert. Nach den Grundlagen wird das Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung beschrieben. Vorab wird eine Anleitung zur Verwendung des Leitfadens

Seite 11 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“ dargestellt. Darauf aufbauend wird ein methodisches Vorgehen zur Identifizierung von unternehmensspezifischen Schnittstellen erläutert. Darauf basierend wird das Vorgehensmodell entlang der sieben Fabrikplanungsphasen der VDI 5200 vorgestellt.

Abschließend wird der ergänzende agile Baukasten eingeführt. Dazu werden nach einer Einleitung die Methoden in Form einer zusammenfassenden Tabelle dargestellt und im anschließenden Kapitel in detaillierter Form beschrieben.

3 Theoretische Grundlagen

In den folgenden Kapiteln 3.1, 3.2 und 3.3 werden die theoretischen Grundlagen des Fabrikplanungsprozesses nach VDI 5200, des Qualitätsmanagements nach DIN EN ISO 9001:2015 und des Begriffs Agilität dargestellt.

3.1 Fabrikplanung nach VDI 5200

Begriffsdefinition

Die Fabrikplanung ist ein „systematischer, zielorientierter, in aufeinander aufbauende Phasen strukturierter und unter Zuhilfenahme von Methoden und Werkzeugen durchgeführter Prozess zur Planung einer Fabrik von der Zielfestlegung bis zum Hochlauf der Produktion“ [1]. So definiert der Verein Deutscher Ingenieure den Begriff der Fabrikplanung innerhalb der VDI 5200 Richtlinie. Der Begriff Fabrikplanung setzt sich aus zwei Begriffen zusammen.

Die Fabrik wird dabei definiert als „Ort, an dem Wertschöpfung durch arbeitsteilige Produktion industrieller Güter unter Einsatz von Produktionsfaktoren stattfindet“ [1]. Ein Merkmal einer Fabrik ist u. a., dass diese für einen definierten Nutzen unter konkreten Absichten und Anforderungen von Menschen entwickelt und betrieben wird. Zudem wird sie als Vereinigung von Produktions- und Dienstleistungsbereichen räumlicher, organisatorischer und infrastruktureller Art bezeichnet. Sie ist vorwiegend der verarbeitenden Industrie zuzuordnen und besteht aus den Fabrikebenen Arbeitsplatz, Arbeitsbereich, Gebäude und Standort [2].

Die Planung beschreibt eine „gedankliche Vorwegnahme eines angestrebten Ergebnisses einschließlich der zur Erreichung als erforderlich erachteten Handlungsabfolge“ [1]. Sie bezieht sich stets auf zukünftige Ereignisse und findet bereits vor der eigentlichen Umsetzung von Anforderungen und Maßnahmen statt. Innerhalb einer Planung wird versucht, vorzeitig Probleme zu erkennen und Maßnahmen und Methoden zu erarbeiten, um das zukünftige Geschehen kontrollieren zu können [3].

Die Fabrikplanung ist demnach eine vorausbestimmende Gestaltung einer Fabrik, die nach ökonomischen Zielen sowie nach den Bedürfnissen der Mitarbeitenden des Unternehmens und unter Berücksichtigung der Umwelt zu planen ist [4]. Dabei wird sie als Hilfsmittel verwendet, um die Kriterien an die Fabrik und den Auswirkungen auf das Fabrikssystem kontinuierlich und systematisch zu erfassen [5]. Wegen des hohen Umfangs einer Fabrikplanung zählt diese zu den vielseitigsten Aufgaben für Ingenieurinnen und Ingenieuren in der Produktion. Um dieser Komplexität, die durch dessen Charakter, der zeitlichen Beschränkung und der Planungstiefe beeinflusst wird, zu begegnen und innere sowie äußere Einflüsse einbeziehen und auf diese reagieren zu können, müssen unterschiedliche Abteilungen und Experten intensiv zusammenarbeiten [6].

Fabrikplanungsfälle

Grundsätzlich existieren unterschiedliche Planungsfälle, die in Abbildung 1 dargestellt sind.



Abbildung 3: Planungsfälle in der Fabrikplanung [1]

Der Fokus des Forschungsprojektes liegt auf dem Planungsfall der Umplanung (auch Reorganisation), da ein erheblicher Anteil der FAP-Projekte Reorganisationsprojekte sind [7]. Im Speziellen ist eine iterative Planung bei Reorganisationsprojekten notwendig, die gleichzeitig eine Restrukturierung der bestehenden Fabrik bedeuten. In diesem Planungsfall werden Prozesse, Gebäude und Produktionsmittel unter Berücksichtigung von Restriktionen des laufenden Betriebs und der bereits vorgegebenen Infrastruktur angepasst und modernisiert [6]. Sobald ein erhöhtes Auftragswachstum vorliegt oder das Produktportfolio erweitert wird, werden höhere Produktionskapazitäten benötigt. Damit einher gehen meist Modernisierungen bestehender Gebäude und Prozesse und eine Optimierung der Flächen- und Raumnutzung. In Ausnahmefällen kann eine Erweiterung zur Verlagerung der Produktion bzw. von Teilen der Produktion zur Kompensation der Zusatzkapazitäten kommen [8].

Fabrikplanungsprozess

Nach der VDI 5200 Richtlinie kann der Fabrikplanungsprozess parallel zu den begleitenden organisatorischen Aufgaben des Projektmanagements in sieben Phasen unterteilt werden, die dabei nacheinander und teilweise iterativ durchlaufen werden (vgl. Abbildung 2). Nach Beendigung einer Phase müssen die Ergebnisse der jeweiligen Phase vorliegen. Nach einem solchen Meilenstein wird die darauffolgende Phase durch einen Projektleiter freigegeben. Das beschriebene Phasenmodell gilt vorwiegend für die Planungsgrundfälle der Neu- und Umplanung [1].

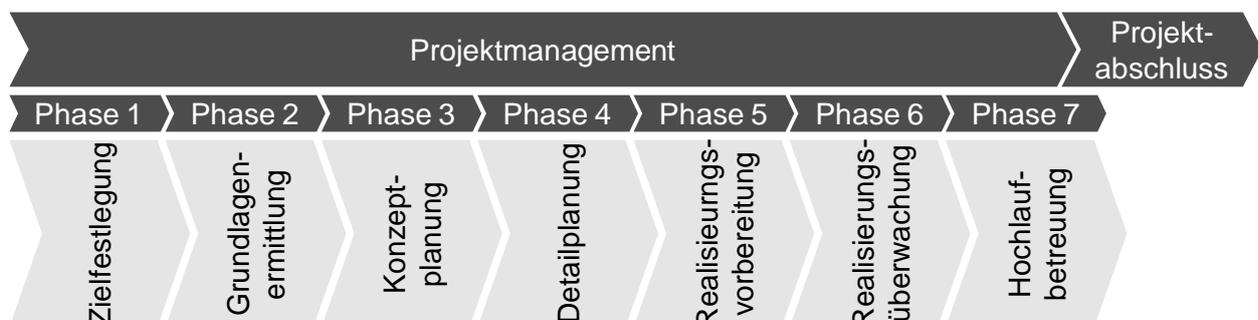


Abbildung 4: Fabrikplanungsphasen nach VDI 5200 Richtlinie [1]

Phase 1: Zielfestlegung

Die erste Planungsphase ist die Zielfestlegung. Hier wird die Aufgabenstellung definiert und das Projekt strukturiert. Ziel ist das Gewährleisten einer zielgerichteten Arbeit und der Möglichkeit, das Planungsergebnis bewerten zu können. Um dieses Ziel zu erreichen, werden innerhalb dieser Phase vier Schritte durchlaufen. Im ersten Schritt werden die Unternehmensziele und Rahmenbedingungen analysiert, um die vom Auftraggeber vorgegebenen Anforderungen zu ermitteln. Daraufhin werden im zweiten Schritt Fabrik- und Projektziele festgelegt, damit eindeutige Zielvorgaben für den Planungsprozess vereinbart werden können. Im dritten Schritt werden Bewertungskriterien aufgestellt. Diese dienen der Kostenermittlung und der Bewertung verschiedener Planungsvarianten. Abschließend werden Arbeitspakete definiert, mit deren Hilfe das Planungsprojekt strukturiert werden kann. In einem Arbeitspaket steht die Aufgabenstellung sowie Zielsetzung des Auftraggebers. Als Ergebnis Phase der Zielfestlegung liegen die Fabrikziele mit Bewertungskriterien und ein Projektplan vor [1].

Phase 2: Grundlagenermittlung

Die zweite Phase ist die Grundlagenermittlung. Mithilfe der für die Planung notwendigen Informationen und Daten wird eine präzise Aufgabenstellung formuliert, deren Zielsetzung auf dessen Erreichbarkeit geprüft werden kann. Zur Zielerreichung dieser Phase werden zwei Schritte durchlaufen. Die Informationsbeschaffung dient dabei der Erfassung benötigter Planungsdaten und -informationen. Bei der Datenermittlung werden besonders Daten zu Mengengerüsten, Betriebsmitteln und Produktionsabfolgen erfasst. Daneben sind auch Informationen über zukünftige Produkte abzuleiten und Prognosen für dafür notwendige Prozesse und Ressourcen zu treffen. Der zweite Schritt besteht in der Auswertung der Informationen. Sie dient dazu, Grundlagen für die Planung zu schaffen und die Erreichbarkeit der in der ersten Phase festgelegten Fabrikziele überprüfen zu können. Als Ergebnis der Grundlagenermittlung liegen alle für die weitere Planung notwendigen Daten und Informationen bereit [1].

Phase 3: Konzeptplanung

In der dritten Phase, der Konzeptplanung, findet der Entwurf der geplanten Fabrik statt. Dabei liegt die Erstellung eines realen Fabrikkonzeptes im Mittelpunkt. Um dies zu erreichen, werden vier Schritte durchlaufen. Im ersten Schritt findet die Strukturplanung statt. Darin werden funktionale und organisatorische Einheiten und somit die Abfolge aller erforderlichen Wertschöpfungsprozesse festgelegt. Im zweiten Schritt, der Dimensionierung, wird der Flächenbedarf der einzelnen Einheiten ermittelt und Art und Anzahl der benötigten Betriebsmittel und Personalressourcen festgelegt. Daneben werden auch Logistikeinrichtungen dimensioniert und ein Material- und Informationsflusskonzept entwickelt. Darauffolgend findet im nächsten Schritt die Idealplanung statt. Sie dient als Referenz zur Bewertung der unterschiedlichen Lösungsvarianten für die im weiteren Verlauf stattfindende Realplanung. Hierbei werden die während der Dimensionierung

Seite 15 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

ermittelten Einheiten räumlich ideal angeordnet, ohne dabei Restriktionen oder andere Vorgaben berücksichtigen zu müssen. Dadurch entstehen unter Einbeziehung der in Phase 1 definierten Fabrikziele Layoutvarianten, die den Bedingungen des Logistik- und Kommunikationskonzeptes entsprechen. Anhand der Ideallayouts sollten zudem verschiedene Entwürfe für Gebäudehüllen erstellt und bewertet werden. Im letzten der vier Schritte, der Realplanung, werden die im vorherigen Schritt entworfenen Layout- und Gebäudevarianten unter Berücksichtigung aller Restriktionen und Einschränkungen bewertet. Gebäude, Tragwerke und Layouts innerhalb der Gebäude werden vorgeplant, um daraus Lösungsvarianten zu entwickeln, die Restriktionen und den örtlichen Gegebenheiten entsprechen. Diese werden anschließend nach den in der Zielfestlegung aufgestellten Bewertungskriterien quantitativ, qualitativ sowie monetär bewertet. Somit liegt zum Ende der Realplanung ein realisierbares Fabrikkonzept vor, das gleichzeitig ein Groblayout und einen ersten Gebäudeentwurf hervorbringt. Das Ergebnis der Konzeptplanung sollte demnach eine mittels Bewertung gewählte Vorzugsvariante eines Reallayouts der Fabrik sein. Dazu gehören auch Entwürfe der Gebäude, die Dimensionierung der Fabrikeinheiten und ein Material-, Informationsfluss- und Kommunikationskonzept [1].

Phase 4: Detailplanung

Im Zuge der Detailplanung findet die detaillierte Ausplanung der Vorzugsvariante des Fabrikkonzeptes mit grafischer Darstellung der Fabrikelemente statt. Dafür wird die Phase in drei Schritte unterteilt. Im ersten Schritt findet die Feinplanung statt. Dabei werden Fabrikelemente unter Einbeziehung der für eine Genehmigung und Ausschreibung benötigten Unterlagen detailliert entworfen. Material, Informations- sowie Kommunikationsflüsse werden präzise geplant, indem eine genaue Zuordnung der Produkte und Ressourcen zu den Prozessen, deren Abfolge und Organisation stattfindet. Darauf folgt die Ausarbeitung der Arbeitsorganisation und die Festlegung der Qualifikationsanforderungen an die Mitarbeiter. Im Rahmen der Anforderungsspezifikation der Auftraggeber werden Lastenhefte für Betriebsmittel und Logistikeinrichtungen erstellt, um eine detaillierte Ressourcenplanung zu gewährleisten. Es findet zudem eine Anpassung des Groblayouts und die Überführung in ein Feinlayout statt. Die zuvor grob ausgeführten Entwurfspläne der Gebäude einschließlich der Integration von Betriebsmitteln sowie der Medienversorgung werden konkretisiert. Innerhalb des zweiten Schrittes werden alle für das Bauvorhaben notwendigen Genehmigungsanträge erstellt und eingereicht. Im dritten Schritt der Detailplanung wird die umfassende Leistungsbeschreibung erstellt, die für die Einholung von Angeboten und die Vergabe benötigt wird. Dabei kann die Ausschreibung der Lieferantenleistungen entweder mittels einer funktionalen oder einer detaillierten Leistungsbeschreibung erfolgen. Bei einer funktionalen Ausschreibung genügt das Lastenheft, wobei die Ausführungsplanung durch den Lieferanten erbracht wird. Bei einer detaillierten Ausschreibung dagegen erfolgt die Ausführungsplanung durch das Fabrikplanungsteam. Als Ergebnis der Detailplanung liegt am Ende dieser Phase ein Feinlayout der Fabrik einschließlich Ausführungsplänen und Kostenberechnungen der Gebäude vor.

Seite 16 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

Für Betriebsmittel sind Lastenhefte anzufertigen und Logistik- und Kommunikationskonzept durch eine detaillierte Beschreibung der Prozesse zu präzisieren. Neben einer definierten Arbeitsorganisation liegen außerdem alle erforderlichen Genehmigungsanträge für die Fabrik vor [1].

Phase 5: Realisierungsvorbereitung

Auf Grundlage der aus Phase 4 erstellten Leistungsbeschreibungen der Fabrikelemente wird die Vergabe an die Lieferanten organisiert und die Umsetzung geplant. Um das Ziel, die Realisierung der Fabrik vorzubereiten, zu erfüllen, wird diese Phase in drei sequenzielle und einem parallelen Schritt unterteilt. Im ersten Schritt werden für die Vorbereitung der Vergabe Angebote eingeholt. Hierfür werden Ausschreibungsunterlagen und eine Liste möglicher Lieferanten erstellt. Im zweiten Schritt findet die Vergabe statt. Dabei werden Lieferanten anhand ihrer Angebote aus der Liste mit den Ausschreibungsunterlagen abgeglichen, bewertet, ausgewählt und beauftragt. Die festgelegten Lieferleistungen werden in einem Pflichtenheft festgehalten. Während der Vergabe ist der Kostenplan für die Fabrik anzupassen und zu präzisieren. Der dritte Schritt besteht in der Überwachung der Ausführungsplanung. Hier werden die Ausführungspläne der Lieferanten geprüft und ggf. anschließend freigegeben. Im letzten parallel verlaufenden Schritt, der Umsetzungsplanung, werden neben der Baustelle und der Umzüge auch der Personalaufbau vorbereitet. Es werden Maßnahmen definiert, mit denen die Lieferfähigkeit der Produkte sichergestellt werden kann. Zur Umsetzungsplanung gehören neben der Planung der Nullserie auch die Planung des Produktionsanlaufs einschließlich der Erstversorgung mit Materialien und der temporären Infrastruktur. Zudem müssen die Umzüge aller notwendigen Betriebsmittel, Arbeitsplätze und des Personals geplant werden. Für den Aufbau des Personals gilt es, ein Konzept zu entwickeln, das die Beschaffung und Qualifizierung des Personals berücksichtigt. Alle Beteiligten sollten zu diesem Zeitpunkt über das Vorhaben informiert sein. Ergebnis der Realisierungsvorbereitung ist demnach die Auswahl der Lieferanten einschließlich der Pflichtenhefte der Fabrikelemente mit ausgereiften Plänen zur Ausführung und Kosten der Fabrik. Gleichzeitig sollte ein Umstiegs-, Umzugs- und Personalaufbaukonzept vorliegen [1].

Phase 6: Realisierungsüberwachung

Phase 6 beschreibt die Überwachung der Fabrikrealisierung. Bestandteil dieser Phase ist die Sicherstellung und Dokumentation der ordnungsgemäßen Ausführung der Gebäude, Außenanlagen und Betriebsmittel sowie des Personalaufbaus. Zudem muss die Baustelleneinrichtung und die Einhaltung aller geltenden Sicherheitsmaßnahmen kontrolliert werden. Damit alle Tätigkeiten den festgelegten Qualitätsstandards, dem Zeitplan und den geplanten Kosten entsprechen, wird diese Phase in zwei Schritten durchlaufen. Im ersten Schritt finden die Koordination, Überwachung und Dokumentation der Realisierung statt. Bei einem solch komplexen und vielfältigen Vorhaben müssen alle Beteiligten koordiniert und die Ausführung der verschiedenen Gewerke überwacht werden. Dabei liegt besonderes Augenmerk auf der Identifikation von Mängeln und

Seite 17 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

deren Beseitigung. Es werden Baumaßnahmen und die Installation der Betriebsmittel überwacht. Um die Qualität sicherzustellen, erfolgen verschiedene Abnahmen einschließlich der Überprüfung der vereinbarungsgemäßen Ausführung der Arbeiten nach den vorher festgelegten Kriterien und Vorschriften. Zugleich sind neben der Sicherstellung der Termineinhaltung auch die Rechnungen aller Lieferanten zu kontrollieren und die Beschaffung und Qualifizierung des Personals zu begleiten. Bautagebücher gewährleisten die Nachvollziehbarkeit und Rückverfolgbarkeit der erbrachten Leistungen. Im zweiten Schritt wird eine Abschlussdokumentation erstellt. Diese kann zur weiteren Verwendung für künftige Umplanungen oder den Fabrikbetrieb genutzt werden. Dafür werden die einzelnen Dokumente aus der Realisierung strukturiert, vervollständigt und zusammengeführt. Das Ergebnis der Realisierungsüberwachung ist demnach die erstellte Fabrik mit dazugehöriger Abschlussdokumentation [1].

Phase 7: Hochlaufbetreuung

Bei der Hochlaufbetreuung wird die ausgeplante Fabrik in Betrieb genommen und hochgefahren. Ziel dieser Phase ist es, mit der realisierten Fabrik die aus Phase 1 definierten Fabrikziele zu erfüllen. Dafür werden zwei Schritte durchlaufen. Im ersten Schritt findet die An- und Hochlaufbetreuung statt. Im Anlauf wird dabei die Betriebsbereitschaft der Produktion gewährleistet. Zudem werden Organisations- und Produktionsprozesse integriert und unter Berücksichtigung der Produktqualität überarbeitet. Gleichzeitig sind Instandhaltungs- und Wartungsroutinen zu etablieren, der Betrieb der Produktionsgebäude und deren technische Ausrüstung sicherzustellen sowie Versorgungs- und Distributionsprozesse einzurichten. Bei dem anschließenden Hochlauf nach Produktionsstart wird die Fabrik auf das festgelegte Leistungsniveau gebracht, wobei stets die Verknüpfung aller Prozesse sichergestellt werden muss. Im zweiten Schritt folgt die Bewertung der Fabrik. Mit dieser lässt sich im Nachhinein mithilfe des Erfüllungsgrads der angestrebten Fabrikziele feststellen, ob diese tatsächlich erreicht worden sind. Außerdem ermöglicht sie dem Auftraggeber, die Fabrikplanungsergebnisse zu beurteilen. Als Ergebnis der Hochlaufbetreuung liegt der Nachweis vor, dass die geplante Fabrik auf dem gewünschten Leistungsniveau produziert [1].

Projektabschluss

Im Rahmen des Projektabschlusses wird der Erfolg des Fabrikplanungsprozesses bewertet. Zudem werden die Erfahrungen und das Wissen aus dem Prozess zusammengetragen, aufbereitet und dokumentiert. Dadurch kann der Planungsprozess zukünftiger Projekte deutlich vereinfacht werden. Es werden dabei zwei Schritte parallel durchlaufen. Innerhalb der Projektbewertung wird vom Auftraggeber mithilfe einer Ursachenanalyse vorhandener Zielabweichungen überprüft, inwieweit die Ziele aus Phase 1 eingehalten worden sind. Parallel dazu wird innerhalb des Wissensmanagements geprüft, inwieweit die Erkenntnisse aus dem Planungsprojekt für zukünftige

Seite 18 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

Projekte verwendet werden können. Darin werden einzelne Ereignisse analysiert und gesammeltes Wissen erfasst und systematisch dokumentiert. Das Ergebnis des Projektabschlusses ist ein Bericht, der eine Bewertung des Projekts, eine Bewertung der entstandenen Fabrik, das gesammelte Wissen aus dem Projekt sowie eine Abschlussdokumentation beinhaltet [1].

3.2 Qualitätsmanagement und Qualitätsmanagementsysteme

Qualität

Der Begriff Qualität (lat. Beschaffenheit) hat seinen Ursprung bereits in der Antike und besitzt seitdem eine Vielzahl von Bedeutungen aus unterschiedlicher Literatur [9]. Wichtig ist, dass innerhalb einer Organisation, in der Qualitätsmanagement angewendet wird, Mitarbeitende zu dem Begriff Qualität ein einheitliches Verständnis haben. Daher wird dieser in der Norm DIN EN ISO 9000:2015 definiert als „Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale eines Objekts Anforderungen erfüllt“ [10]. Während ein Merkmal dabei definiert ist als kennzeichnende Eigenschaft, die qualitativer und quantitativer Natur sein kann [10], wird ein Objekt als eine Einheit, ein Gegenstand oder etwas Wahrnehmbares bzw. Vorstellbares wie ein Produkt oder eine Dienstleistung bezeichnet. Eine Anforderung ist eine festgelegte und vorausgesetzte Erwartung, die meist verpflichtend ist [10]. Damit Produkte oder Dienstleistungen mit den vereinbarten Anforderungen übereinstimmen, gilt es, stets die Zufriedenheit des Kunden sicherzustellen [11]. Die Qualität beschreibt also die Fähigkeit einer Organisation, Kunden zufriedenzustellen, wobei dies nicht nur die vorgesehenen Funktionen des Produktes bzw. der Dienstleistung umfasst, sondern vielmehr den Wert und Nutzen für den Kunden [10]. Dabei bezieht sie sich gleichermaßen auf Produkte wie auf Systeme und Prozesse [9].

Management

Damit die Qualität dem Erfolg des Unternehmens beitragen kann, bedarf es einer sorgfältigen Planung und Überwachung des Produktentstehungsprozesses. Eine Möglichkeit eines solchen systematischen Vorgehens bietet das Management [9]. Der Begriff des Managements (lat. an der Hand führen) beschreibt nach DIN EN ISO 9000:2015 „aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zum Führen und Steuern einer Organisation“ [10]. Management bezieht sich oft direkt auf Personen bzw. einen Zusammenschluss mehrerer Personen, welche die Erlaubnis und die Verantwortung für die Führung und Koordination einer Organisation besitzen [10].

Qualitätsmanagement

Qualitätsmanagement ist demnach das „Management bezüglich Qualität“ [10]. Es beinhaltet neben dem Festlegen von Absichten und der Ausrichtung einer Organisation bezüglich Qualität auch die Verfolgung von Qualitätszielen sowie Prozesse, die zur Erreichung dieser Ziele notwendig sind. Diese sind u. a. die Qualitätsplanung, -sicherung, -steuerung und -verbesserung [10]. Innerhalb der Qualitätsplanung werden die Qualitätsziele festgelegt und dafür notwendige Prozesse geplant. Die Qualitätssicherung verfolgt das Ziel, das Vertrauen zu erlangen, dass alle Qualitätsanforderungen erfüllt werden. Die Qualitätssteuerung zielt darauf ab, diese Anforderungen tatsächlich zu erfüllen. Mithilfe der Qualitätsverbesserung werden alle Tätigkeiten und Pro-

Seite 20 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

zesse zur Erfüllung der Anforderungen hinsichtlich ihrer Effektivität optimiert [10]. Alle Maßnahmen, die zur Entwicklung und Verbesserung der Qualität eines Produktes oder Prozesses führen, gehören dem Qualitätsmanagement an. Die Hauptaufgabe des Qualitätsmanagements liegt in der Erfüllung von Kundenanforderungen, um den Erwartungen der Kunden vollumfänglich gerecht zu werden. Erst wenn das Vertrauen der Kunden gewonnen wird, ist ein nachhaltiger Erfolg des geplanten Produktes bzw. der geplanten Dienstleistung sichergestellt [10].

Qualitätsmanagementsysteme

Ein Qualitätsmanagementsystem beschreibt wiederkehrende und regelmäßige Handlungen, mit denen Unternehmen mit dem Ziel der Bedürfnisbefriedigung aller interessierten Parteien geführt und gesteuert werden können [12]. Im Gegensatz zu dem Begriff des Qualitätsmanagements umfasst das QMS zusätzlich Elemente wie Betriebsmittel, Infrastruktur, Materialien und Personen, die bei den Tätigkeiten im Qualitätsmanagement eingesetzt werden [9].

Nach der DIN EN ISO 9000:2015 umfasst ein Qualitätsmanagementsystem „Tätigkeiten, mit denen die Organisation ihre Ziele ermittelt und die Prozesse und Ressourcen bestimmt, die zum Erreichen der gewünschten Ergebnisse erforderlich sind“ [10]. Es koordiniert in Beziehung stehende Prozesse und Ressourcen, die zur Wertschöpfung und für die Erfüllung der Kundenanforderungen erforderlich sind. Zudem ermöglicht es der Unternehmensführung die Optimierung des Ressourceneinsatzes unter Berücksichtigung kurz- und langfristiger Konsequenzen ihrer Entscheidungen. Es dient als Instrument, Maßnahmen zu identifizieren, um möglichen Konsequenzen entgegenzuwirken [10].

Innerhalb eines Qualitätsmanagementsystems werden Arbeitsabläufe, -prozesse sowie Organisationsstrukturen eines Unternehmens festgelegt, wodurch die Qualität sichergestellt werden soll. Es gilt, die Erwartungen und Anforderungen der Kunden zu erfassen und zu befriedigen. Qualitätsmanagementsysteme helfen dabei, gesetzte Qualitätsziele zu erreichen und einen nachhaltigen Qualitätsstandard zu sichern. Sie unterstützen Mitarbeiter durch die Bereitstellung von dokumentierten Informationen, in denen Prozesse und Abläufe erklärt werden, diese einfacher nachvollziehen zu können [13].

Die DIN EN ISO 9001:2015 ist eine internationale Norm für Qualitätsmanagementsysteme, die Unternehmen für die Entwicklung, Verwirklichung und Aufrechterhaltung ihres QMS dient. Sie ist in zehn Abschnitte unterteilt, wobei nach drei einleitenden Abschnitten (Anwendungsbereich, Verweise, Begriffe und Definitionen) sieben Abschnitte folgen, in denen folgende Anforderungen an das QMS definiert werden [14]. Die grundsätzliche Struktur eines QMS ist in Abbildung 3 dargestellt.

Seite 22 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

Dieser Abschnitt dient der Überwachung aller Ressourcen für das QMS. Dazu gehören u. a. das Personal, die Infrastruktur, das Arbeitsumfeld sowie Überwachungs- und Messausrüstungen und organisationales Wissen. Darüber hinaus enthält er Anforderungen an die Kompetenz, das Bewusstsein, die Kommunikation sowie an die Überwachung dokumentierter Informationen wie die für die Prozesse erforderlichen Dokumente und Aufzeichnungen [14].

8: Betrieb

Dieser Abschnitt befasst sich mit den Anforderungen an den Betrieb in Bezug auf die Planung und Produktion von Produkten oder Dienstleistungen. Er beinhaltet u. a. Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen, Kommunikation mit dem Kunden, Steuerung von extern bereitgestellten Prozessen, Produkten und Dienstleistungen sowie Steuerung nichtkonformer Ergebnisse [14].

9: Bewertung der Leistung

Dieser Abschnitt beschreibt die Anforderungen, die benötigt werden, um sicherzustellen, dass das QMS korrekt funktioniert. Dazu gehören die Überwachung, Messung und Analyse der Prozesse, die Untersuchung der Kundenzufriedenheit, interne Audits und die regelmäßige Überprüfung des QMS durch das Management [14].

10: Verbesserung

Der letzte Abschnitt beinhaltet Anforderungen für eine kontinuierliche Verbesserung des QMS. Dazu gehört die Bewertung von Prozessabweichungen sowie die Umsetzung von Korrekturmaßnahmen für Prozesse [14].

3.3 Agilität

Innerhalb der wissenschaftlichen Literatur gibt es eine Vielzahl Definitionen des Begriffs Agilität. Dabei beschreiben alle Definitionen Agilität im unternehmerischen Kontext als Fähigkeit einer Organisation, schnell auf Veränderungen reagieren und sich anpassen zu können [15]. Trotz dynamischer und turbulenter Märkte können agile Organisationen unvorhergesehenen Veränderungen begegnen und im besten Fall von diesen profitieren, indem sie einen Wandel initiieren und sich stetig verändernden Rahmenbedingungen flexibel anpassen [16]. Ziel dabei ist nicht die stetige Veränderung der Unternehmensstruktur, sondern vielmehr das Etablieren einer Organisationsstruktur und -kultur, die kontinuierliche und situationsbedingte Anpassungen erlaubt. Eine Ausrichtung des Unternehmens auf Agilität geht somit gleichzeitig mit einem Wandel der Unternehmenskultur einher, deren Werte und Normen erheblichen Einfluss auf Umgangsformen, Arbeits- und Führungsverhalten sowie die Leistung und das Engagement aller Beteiligten haben [17]. Für die erfolgreiche und nachhaltige Einführung von Agilität gilt es, flache Hierarchien, inter-

Seite 23 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

aktive Entscheidungsprozesse sowie interdisziplinäre Teams einzusetzen [18]. Agile Ansätze verfolgen eine iterative Vorgehensweise, welche den Produktentstehungsprozess durch eine schnelle und zuverlässige Auslieferung der Produkte inkrementell beschreibt, um somit im Sinne des Kundennutzens Vertrauen zu schaffen. Dabei können kurzfristige Änderungen auch noch spät in den Produktentstehungsprozess eingebracht werden. Neben der Reduzierung des Planungsaufwands und von Verschwendung werden durch Feedbacks der Kunden, die ebenfalls Grundelemente der agilen Ansätze darstellen, Teams gestärkt sowie die Transparenz innerhalb des Entwicklungsprozesses erhöht [19].

4 Vorgehensmodell zur Fabrik- und Qualitätsplanung

In den folgenden Kapiteln 4.1, 4.2 und 4.3 wird das entwickelte Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung detailliert vorgestellt. Zunächst wird im Rahmen der Anleitung der Anwendungsfall sowie die Limitationen und Restriktionen beschrieben. Anschließend wird das Vorgehen zur Identifizierung sinnvoller Schnittstellen vorgestellt und es wird ein generisches Vorgehen zur unternehmensindividuellen Anwendung eingeführt. Anschließend werden die identifizierten Quality Gates entlang der VDI 5200 zur Fabrik- und Qualitätsplanung detailliert beschrieben.

4.1 Anleitung zur Anwendung des Vorgehensmodells

Für eine effektive Fabrikplanung sollte diese während des Fabrikplanungsprozesses eng mit dem Qualitätsmanagement zusammenarbeiten. Dabei können Schnittstellen zwischen Fabrikplanung und Qualitätsmanagement sicherstellen, dass sowohl die Fabrikanforderungen als auch die Qualitätsanforderungen in allen Phasen der Fabrikplanung berücksichtigt werden. Eine effektive Zusammenarbeit zwischen beiden Disziplinen kann dazu beitragen, dass die geplante Fabrik eine angemessene, den Kundenwünschen entsprechende Qualität erreicht. Potenzielle Risiken und Probleme können frühzeitig erkannt und beseitigt werden, um Fehler zu minimieren, Kosten zu senken und eine höhere Kundenzufriedenheit durch die Bereitstellung qualitativ hochwertiger Produkte oder Dienstleistungen zu erreichen. Die Zusammenarbeit kann darüber hinaus dazu beitragen, den gesamten Planungsprozess agiler und flexibler zu gestalten.

Das entwickelte Vorgehen ist daher in zwei Schritte unterteilt: 1) die Identifikation sinnvoller Schnittstellen und 2) die Definition von Quality Gates.

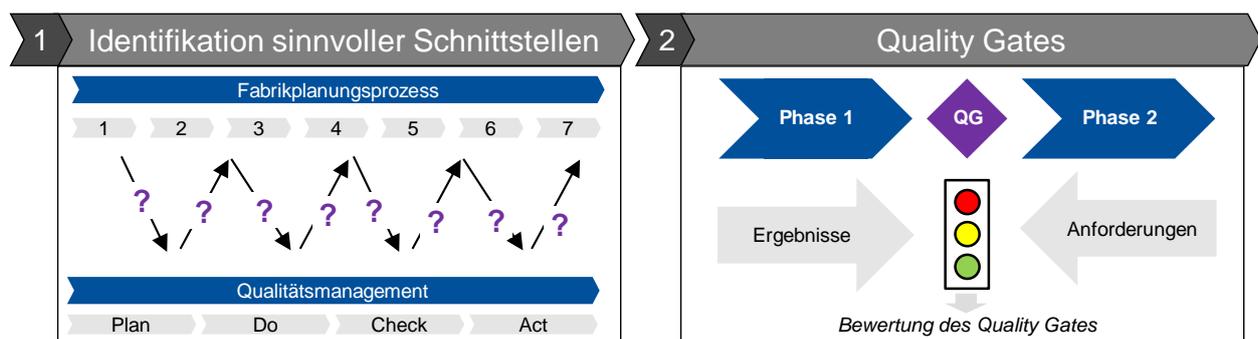


Abbildung 6: Aufbau des Vorgehensmodells FabriQPlanung

Im ersten Schritt ist es das Ziel unternehmensindividuelle, sinnvolle Schnittstellen zwischen dem Fabrikplanungsprozess und dem Qualitätsmanagement zu identifizieren. Die Methode orientiert sich grundsätzlich an den Fabrikplanungsphasen nach der VDI 5200. Vor allem zwischen den Phasen können mögliche Schnittstellen zwischen der Fabrik- und der Qualitätsplanung existieren. Um diese zu identifizieren wurden im Rahmen des Forschungsprojektes auf Basis von Literaturstudien sowie Experteninterviews relevante Input- und Output-Faktoren ermittelt, um daraus

Seite 25 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

mögliche Schnittstellen abzuleiten. Für eine unternehmensspezifische Anwendung des Vorgehens, ist es essentiell, dass die individuellen Schnittstellen in Eigenleistung validiert und ggf. ergänzt werden. Dazu wurde ein Ablaufschema entwickelt, an das sich Unternehmen halten können (vgl. Kap. 4.2.1). Die Identifikation sinnvoller Schnittstellen schafft eine transparente Basis über den Kommunikationsbedarf zwischen den Disziplinen. Die Quality Gates dienen im zweiten Schritt als Art Qualitätskontrolle während der Fabrikplanung und stellen sicher, dass die Qualitätsstandards in jeder Phase des Produktionsprozesses erfüllt und die Anforderungen der Kunden berücksichtigt werden. Auf Basis der identifizierten Schnittstellen wurden die Quality Gates exemplarisch beschrieben. Diese können ebenfalls für die unternehmensindividuelle Umsetzung angepasst bzw. ergänzt werden.

4.2 Identifikation sinnvoller Schnittstellen

Die mangelnde Verzahnung zwischen den Disziplinen FAP und QM und die daraus resultierenden Probleme ergeben sich unter anderem aus der fehlenden Kommunikation zwischen Fabrikplanung und Qualitätsmanagement. Die VDI-Richtlinie 5200 gibt zwar ein sequenzielles Vorgehen bei der Reorganisation vor, beschreibt aber nicht, wie das Qualitätsmanagement in den Veränderungsprozess eingebunden werden kann. Es fehlt also eine aktive Kommunikation zwischen den Abteilungen. In der Folge verzögern sich Anpassungen im Qualitätsmanagementsystem meist. Dies ist ein bekanntes Problem, insbesondere für KMU [20]. In der Folge entstehen Probleme im Qualitätsmanagementsystem, die reaktiv gelöst werden müssen. Darüber hinaus erfolgt die Feinabstimmung der betrieblichen Abläufe in der Regel erst nach dem Hochfahren des reorganisierten Betriebs. Änderungen, die sich auf die Qualität auswirken, sind oft noch nicht in das Qualitätsmanagementsystem integriert. In der Folge sind reaktive Anpassungen des QMS oft zeit- und kostenintensiv, was insbesondere für KMUs erhebliche Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit haben kann.

Um das Problem anzugehen, müssen im ersten Schritt die relevanten Schnittstellen zwischen dem Fabrikplanungsprozess und dem Qualitätsmanagementprozess identifiziert werden. Das Ziel ist es, zu untersuchen, welche Schnittstellen der FAP-Phasen für eine iterative Kommunikation mit den Aktivitäten des QMS sinnvoll sind. Es ist zu prüfen, in welchen Phasen der Fabrikplanung Outputs erzeugt werden können, die als Input für das Qualitätsmanagementsystem dienen können - oder umgekehrt. In der zweiten Phase der Fabrikplanung wird zum Beispiel die Informationsbeschaffung durchgeführt. Es wird ermittelt, welche Produkte und Mengen nach dem Projekt am Standort produziert werden sollen. Falls erforderlich, kann eine iterative Abstimmung mit dem Qualitätsmanagement erforderlich sein, um eine frühzeitige Genehmigung für Produktänderungen zu erhalten.

4.2.1 Methodisches Vorgehen

Wie in den theoretischen Grundlagen (vgl. Kapitel 3.1) beschrieben, besteht der Fabrikplanungsprozess nach VDI 5200 aus einer Phasenstruktur mit definierten Teilphasen pro Phase. Darüber hinaus werden für jede Ober- und Unterphase Meilensteine und Leistungen definiert. Um die Schnittstellen zwischen den Disziplinen der Fabrikplanung und des Qualitätsmanagements zu identifizieren, ist ein Ablaufprogramm entwickelt worden. Ziel des Ablaufprogramms ist es, die relevanten Schnittstellen systematisch und nachvollziehbar abzuleiten. Es ist im Flussdiagramm in Abbildung 7 dargestellt.

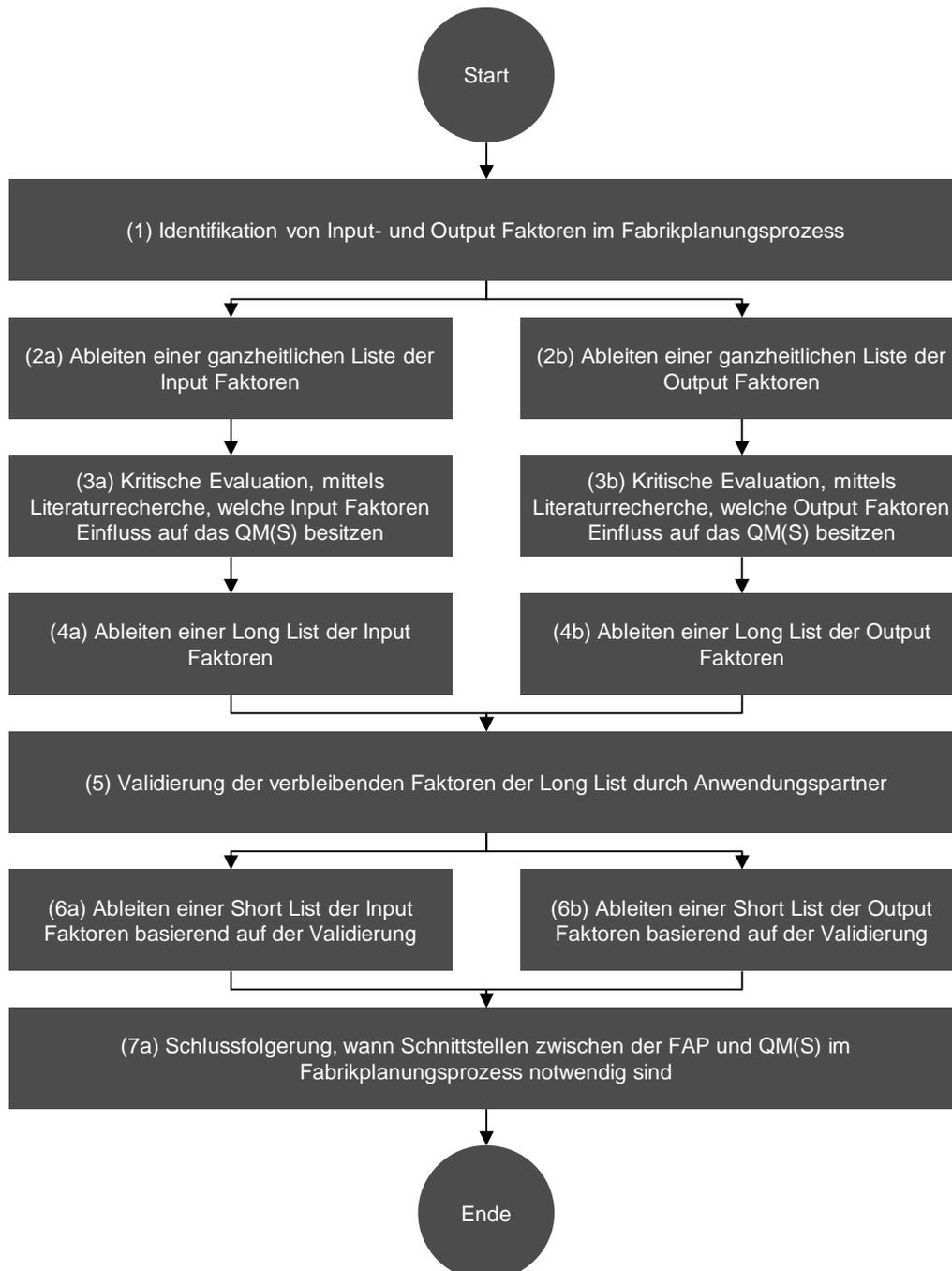


Abbildung 7: Flussdiagramm zur Ermittlung der Schnittstellen zwischen dem Fabrikplanungsprozess nach VDI 5200 und dem QM(S) nach DIN EN ISO 9001:2015 [21]

Seite 27 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

Im ersten Schritt des Ablaufprogramms wurden die Input- und Output-Faktoren für jede Phase möglichst ganzheitlich bestimmt. Grundlage hierfür sind die Arbeiten von Krause zu "Agiles Projektmanagement der Fabrikplanung unter Unsicherheiten" [22] und von Bussemer zur "Methode zur systematischen Strukturierung von Fabrikplanungsprojekten" [23]. Bussemer beschreibt u.a. die Ablaufsystematik des Fabrikplanungsprozesses nach der VDI-Richtlinie 5200. Dazu wurden Input- und Output-Faktoren pro Planungsschritt identifiziert, sowie Wechselwirkungen und Abhängigkeiten zwischen den Planungsschritten selbst. So wurde beispielsweise in der Phase der Produktanalyse der Output-Faktor "Produktionsprogramm" ermittelt. Dieser Output-Faktor dient auch als Inputfaktor für den strukturellen Planungsschritt [23]. Krause baut auf den Arbeiten von Bussemer auf und entwickelt u.a. ein Maximalmodell der Fabrikplanung. Dieses Maximalmodell liefert ein erstes Referenzmodell, mit dem ein Fabrikplanungsprojekt bearbeitet werden kann. Im Gegensatz zur VDI-Richtlinie 5200 ist das Maximalmodell modular und anpassbar [22]. Im Rahmen des Modells wurden Komponentenprofile der einzelnen Module ermittelt, die die Input- und Output-Faktoren der einzelnen Fabrikplanungsmodule beschreiben. Krause beschreibt auch die Wechselwirkungen und Abhängigkeiten zwischen den Planungsschritten auf einer sehr detaillierten Ebene. Im dritten Schritt wurden die Input- und Output-Faktoren kritisch daraufhin untersucht, ob sie mit dem Qualitätsmanagement oder -systemen in Verbindung gebracht werden können. Eine Literaturrecherche diente zur Unterstützung und Untermauerung der ersten Bewertung. Durch Abhaken der Faktoren wie in einer Checkliste ließen sich in den Schritten (4a) und (4b) Long Lists relevanter Input- und Output-Faktoren ableiten. Dazu wurden die Input- und Output-Faktoren in einem Workshop vorgestellt, kritisch geprüft und von Anwendungspartnern aus kleinen und mittleren Unternehmen validiert. Als Ergebnis des Workshops konnten in den Schritten (6a) und (6b) Short Lists mit relevanten Input- und Output-Faktoren abgeleitet werden. Die Faktoren werden dann in Schritt fünf validiert. Nach der Ermittlung der endgültigen Short Lists konnten auf Basis der in Schritt (1) zugeordneten Input- und Output-Faktoren die phasenabhängigen Schnittstellen zwischen dem Qualitätsmanagement bzw. Qualitätsmanagementsystem rückwirkend für jede Fabrikplanungsphase abgeleitet werden.

4.2.2 Identifizierte Schnittstellen

Durch das in 4.2.1 beschriebene, methodische Vorgehen konnten in Schritt (2) 130 Input- und 207 Output-Faktoren identifiziert werden. Nach Schritt (4a & 4b) konnten für die Long List 26 potentielle Input-Faktoren und 27 potentielle Output-Faktoren ermittelt werden. Nach der Validierung durch Anwendungspartner (5) sind in der Short List (6a & 6b) fünf Input-Faktoren und acht Output-Faktoren verblieben. Mit diesen Faktoren wurde anschließend geschlussfolgert wann im Fabrik- und Qualitätsplanungsprozess eine iterative Abstimmung notwendig ist. In den folgenden Abbildungen 8 – 19 sind diese Schnittstellen detailliert dargestellt. Um die Schnittstellen genauer beschreiben zu können, wurde eine Differenzierung zwischen Aufgabe, Prozess und beteiligter

Seite 28 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

Abteilung getroffen. Die Aufgabe beschreibt hierbei ein konkretes To-Do, welches sich aus der Schnittstelle ableitet. Der Prozess beschreibt den übergeordneten Prozess, zu dem sich die identifizierte Aufgabe zuordnen lässt. Die Abteilung stellt die für den Prozess verantwortliche Abteilung dar. Während die Aufgabe noch recht allgemeingültig formuliert ist, kann es unternehmensindividuelle Abweichungen geben bei der Beschreibung des übergeordneten Prozesses sowie der Aufgabe. Die beschriebenen Prozesse und Aufgaben dienen dem Anwender daher lediglich als Orientierung und sollen keine gesetzte Organisationsstruktur voraussetzen.

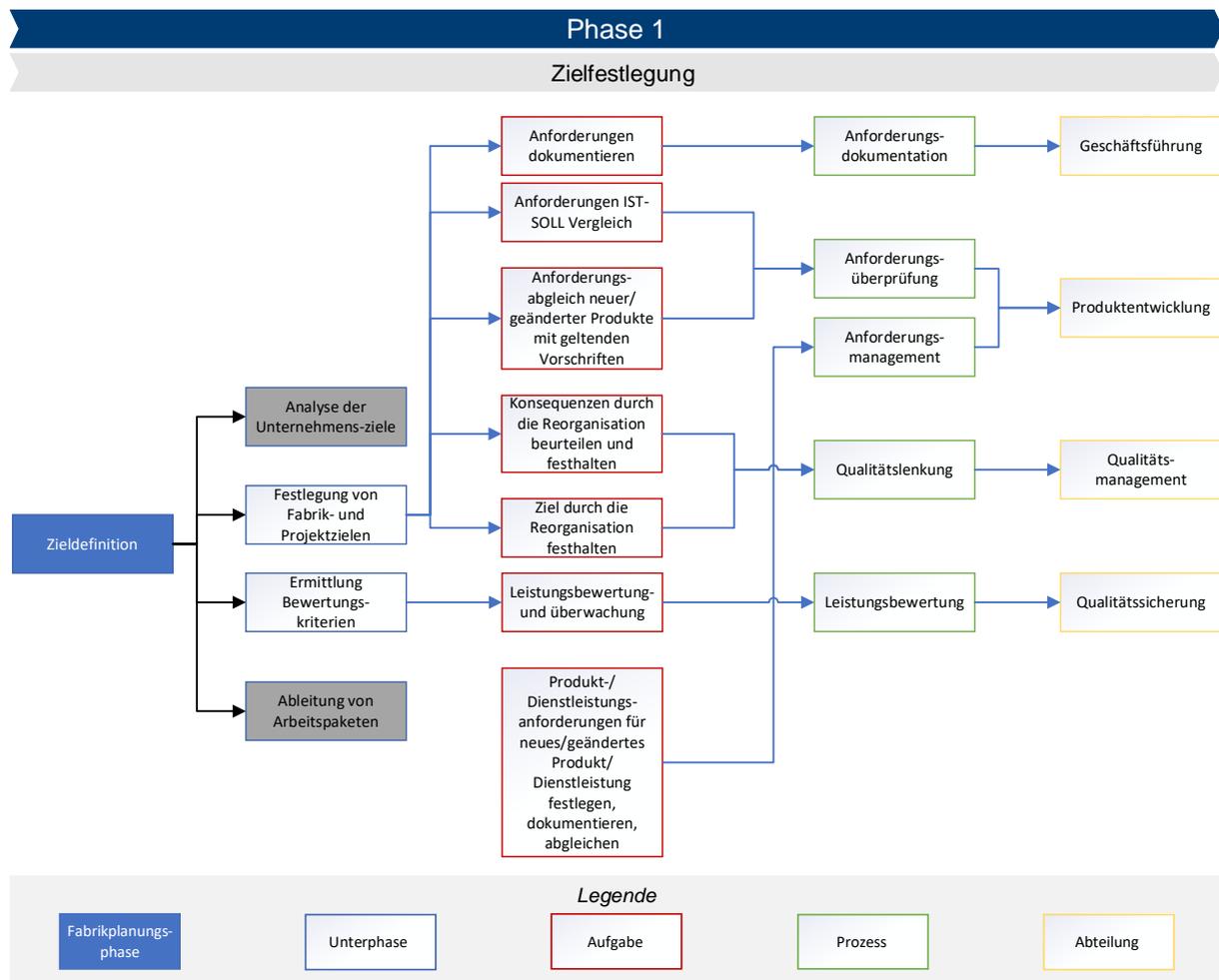


Abbildung 8: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 1: Zieldefinition

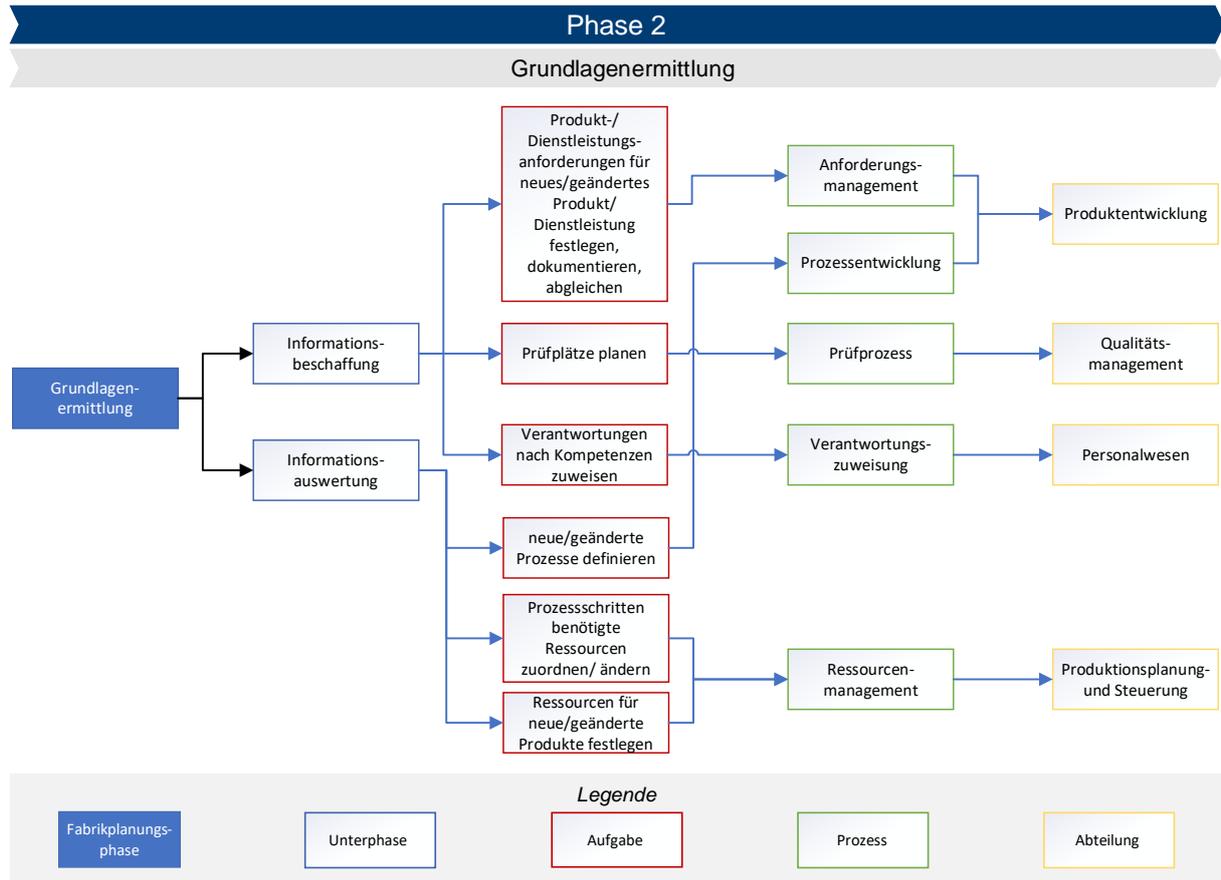


Abbildung 9: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 2: Grundlagenermittlung

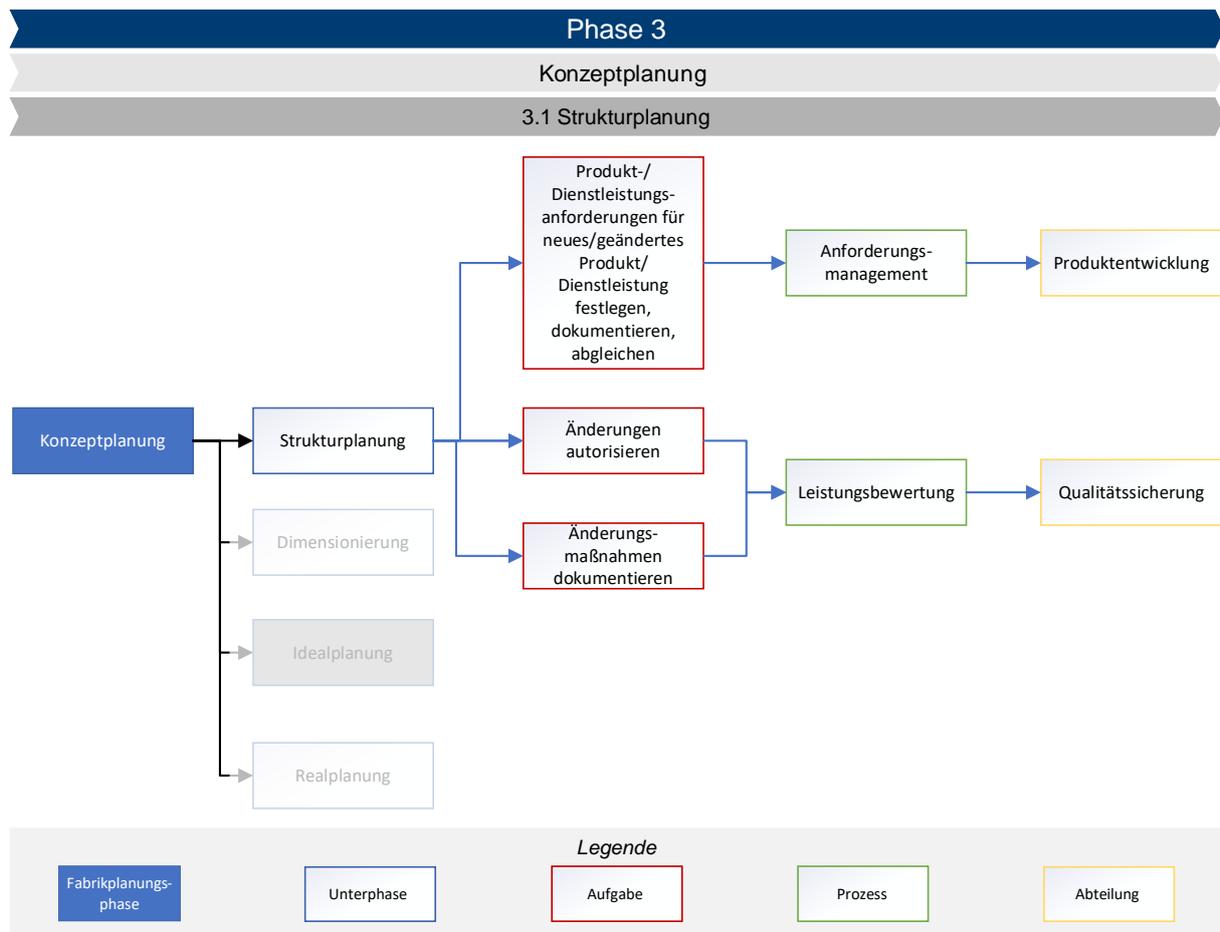


Abbildung 10: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 3.1: Strukturplanung

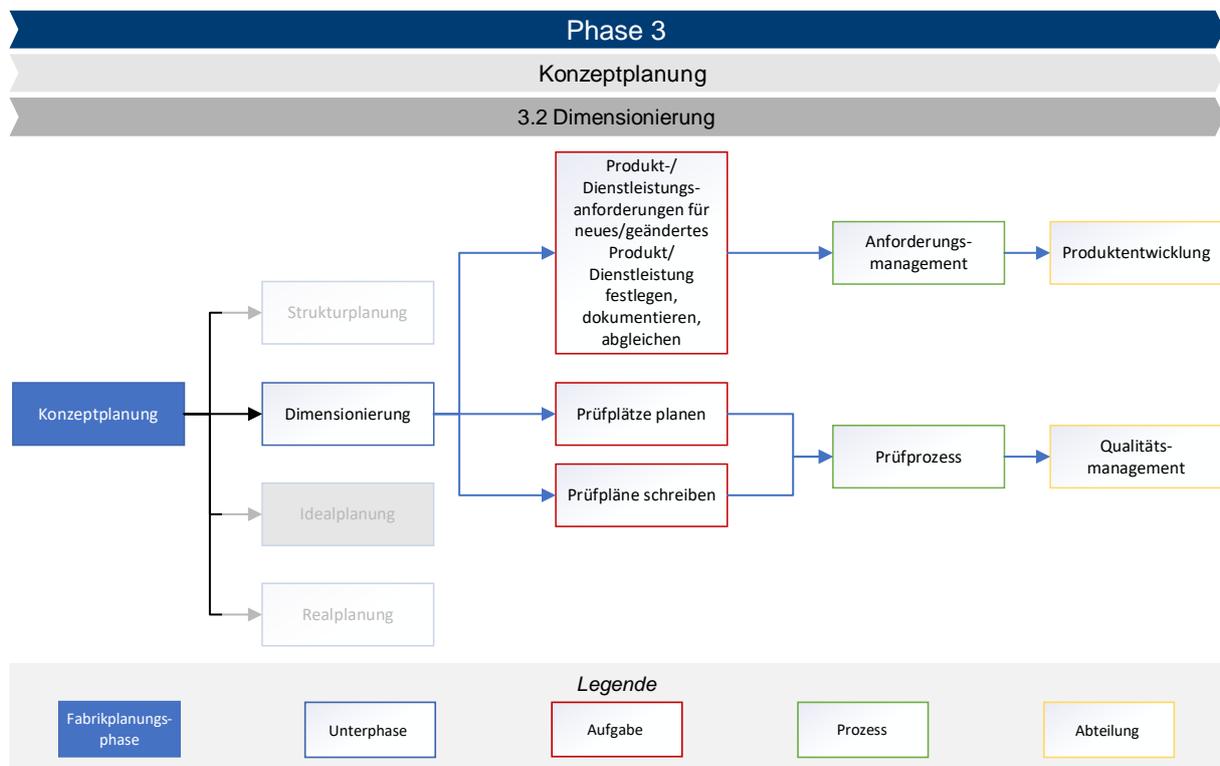


Abbildung 11: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 3.2: Dimensionierung

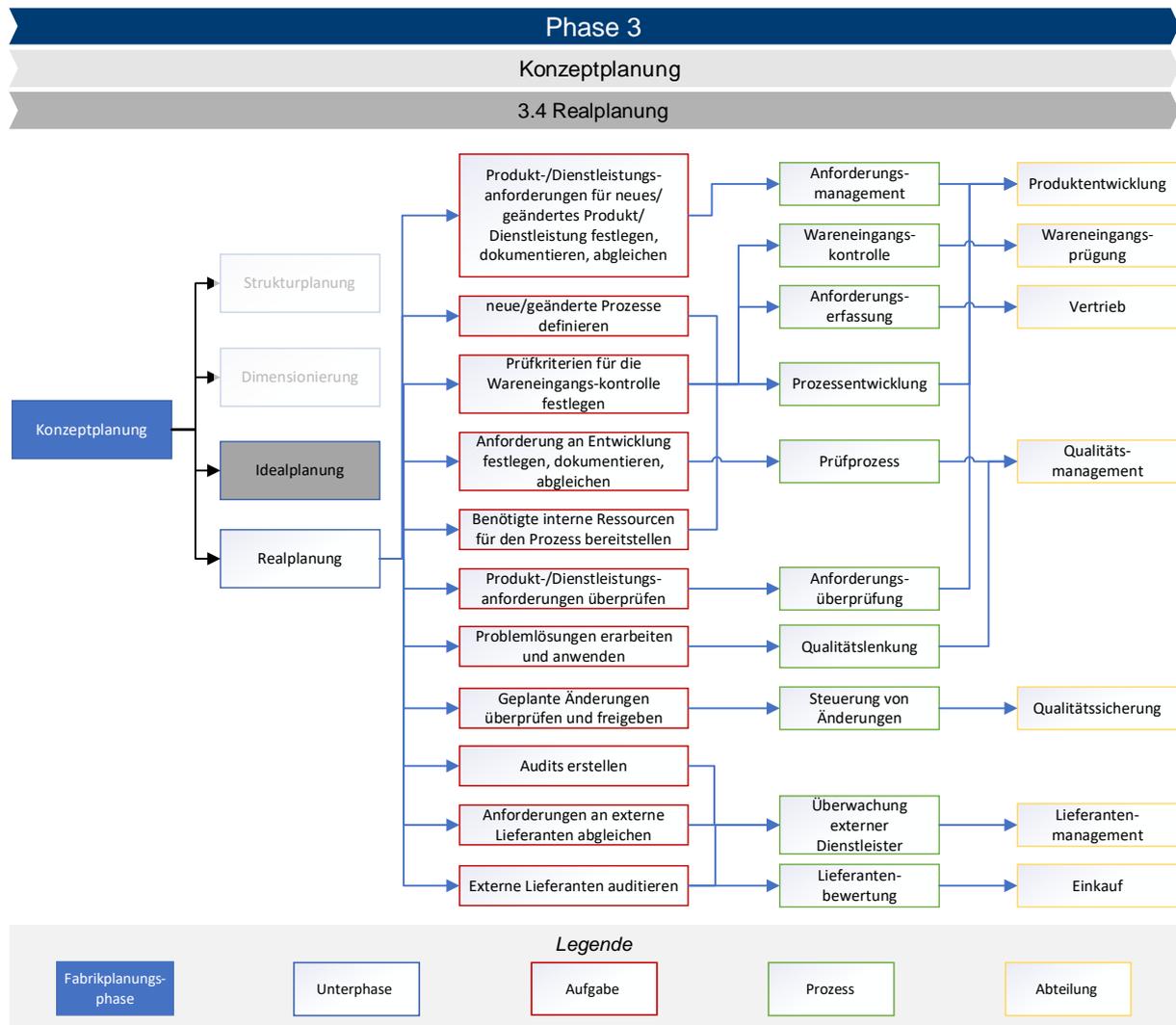


Abbildung 12: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 3.4: Realplanung

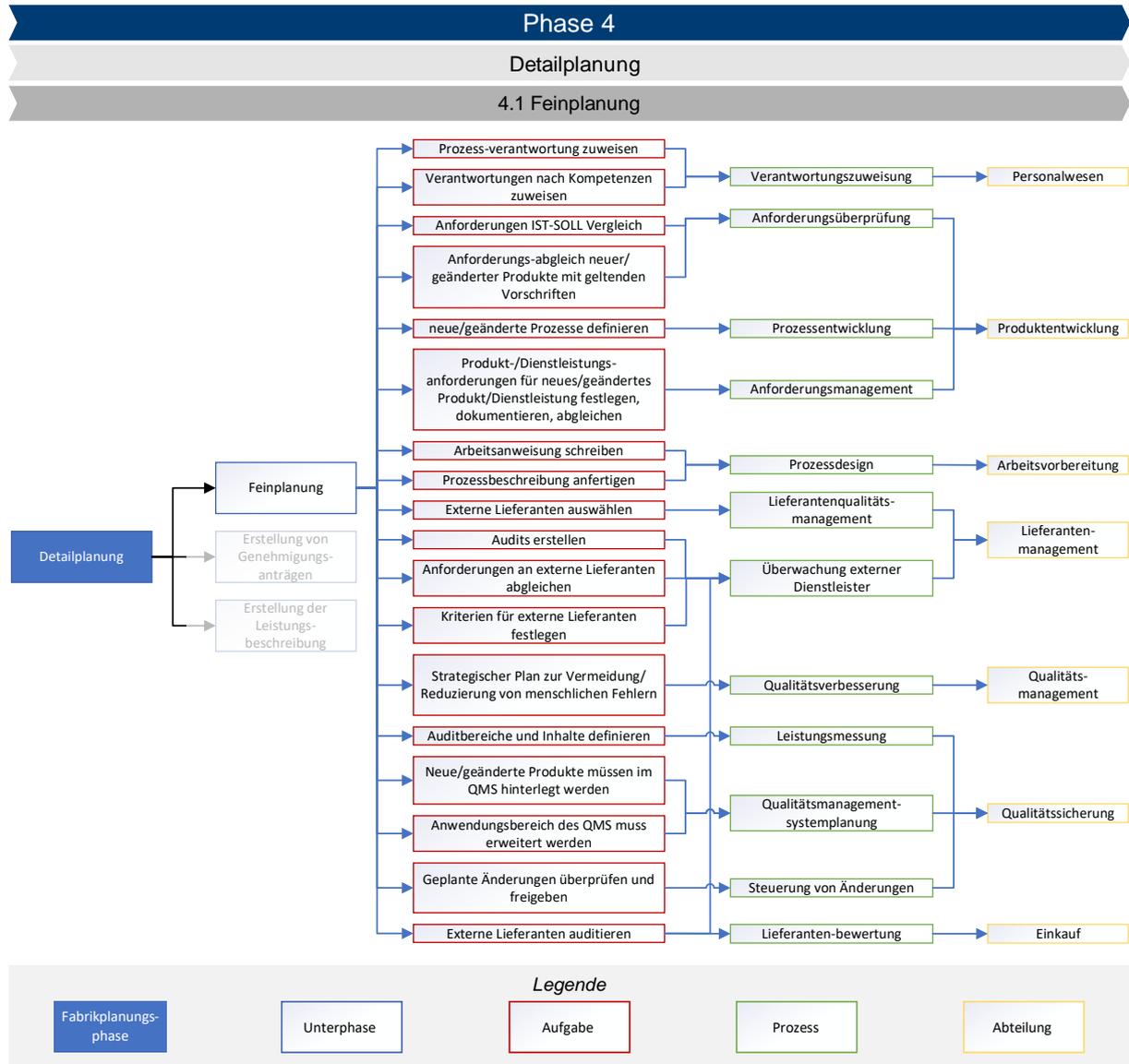


Abbildung 13: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 4.1: Feinplanung

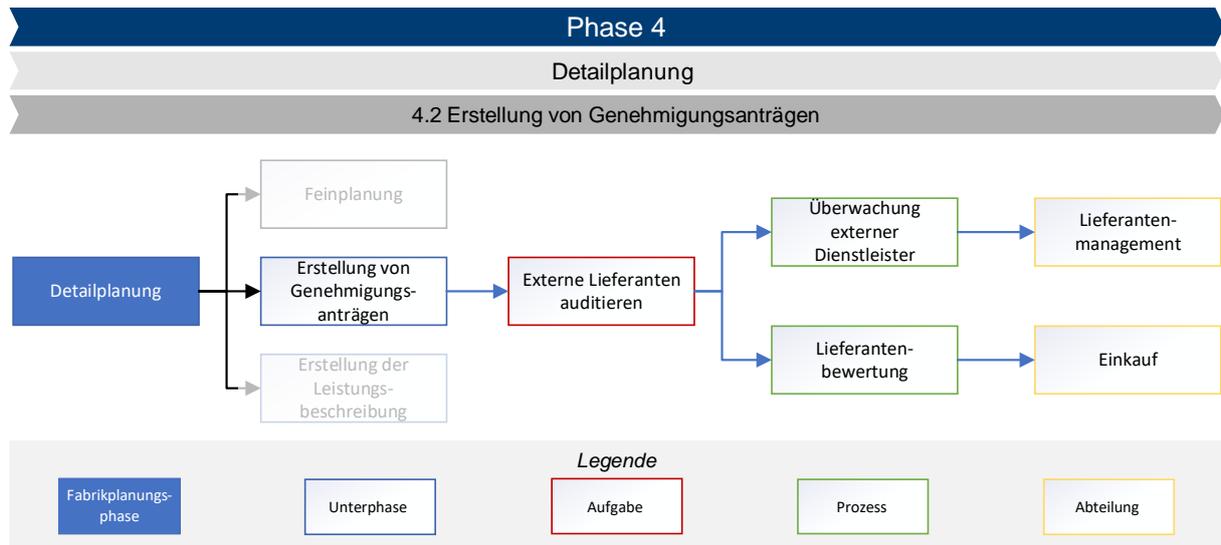


Abbildung 14: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 4.2: Erstellung von Genehmigungsanträgen

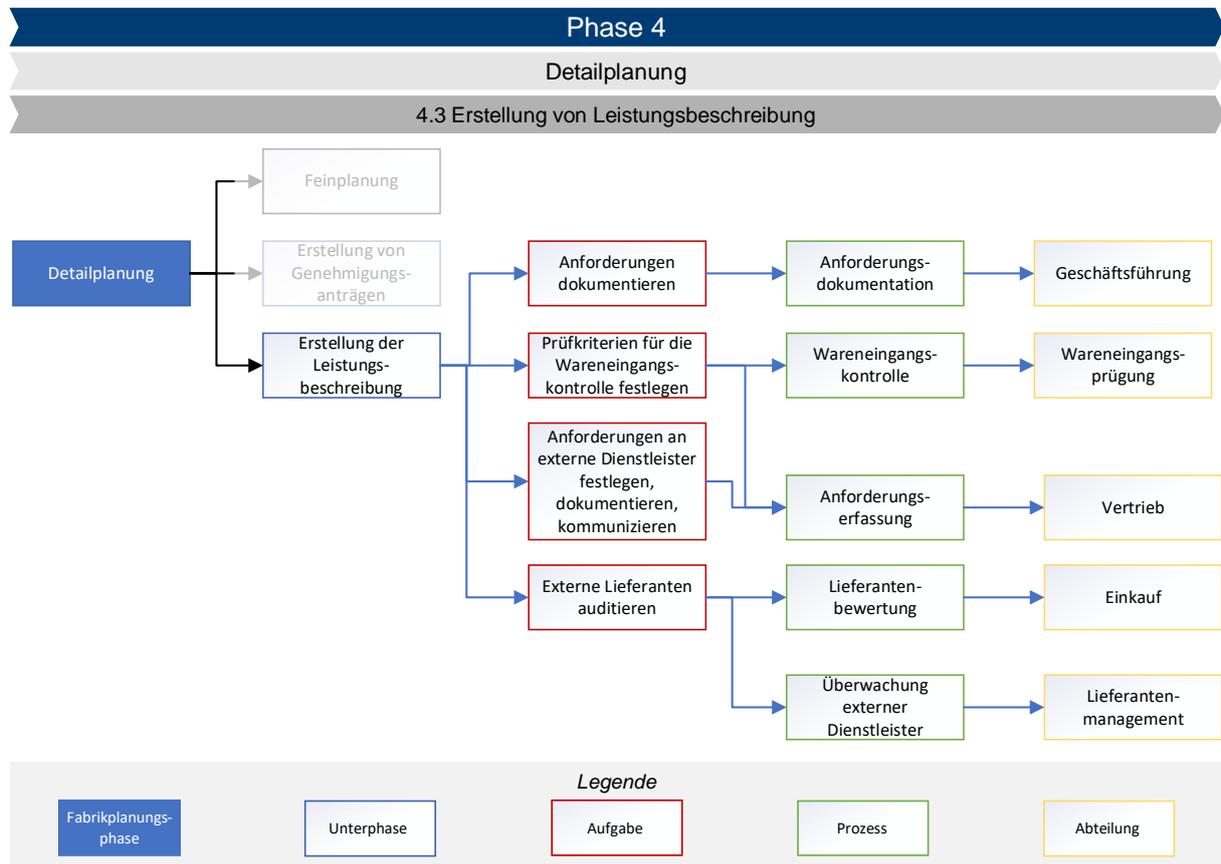


Abbildung 15: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 4.3: Erstellung von Leistungsbeschreibungen

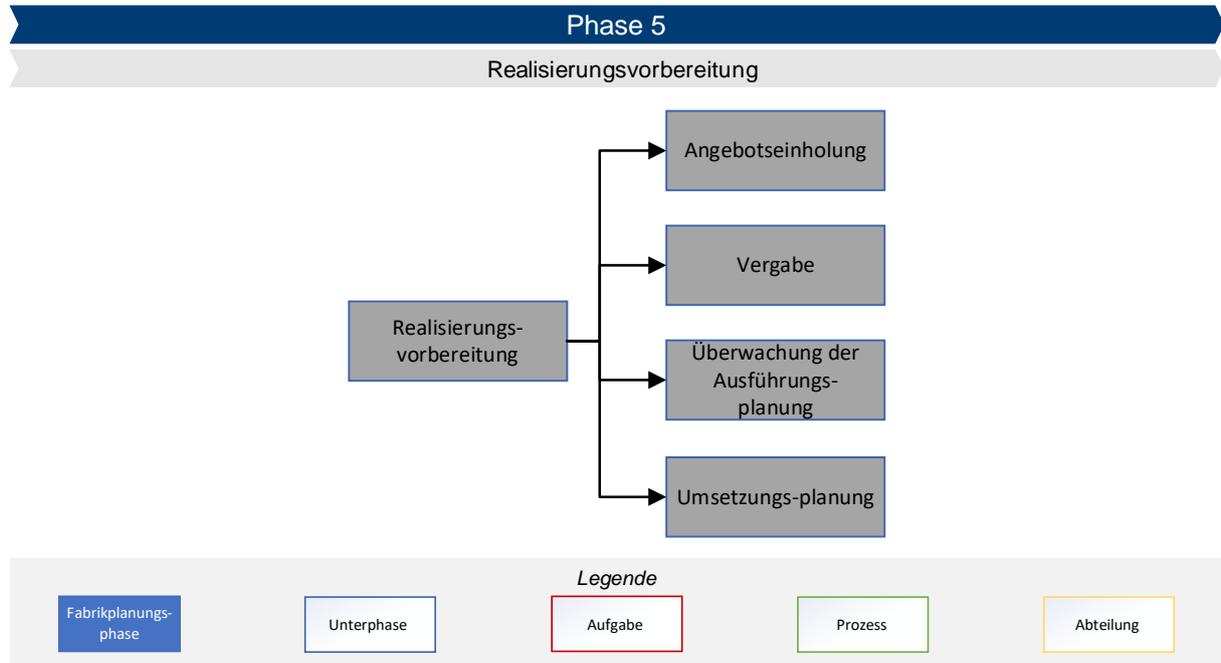


Abbildung 16: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 5: Realisierungsvorbereitung

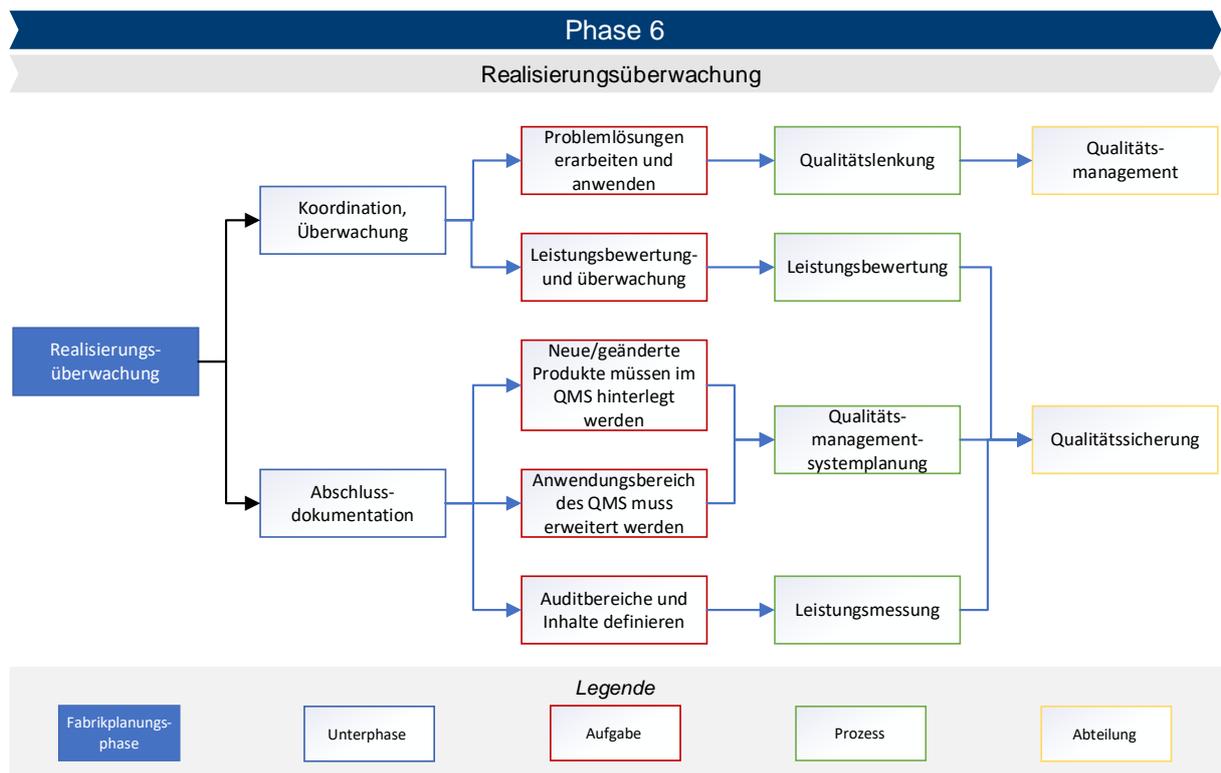


Abbildung 17: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 6: Realisierungsüberwachung

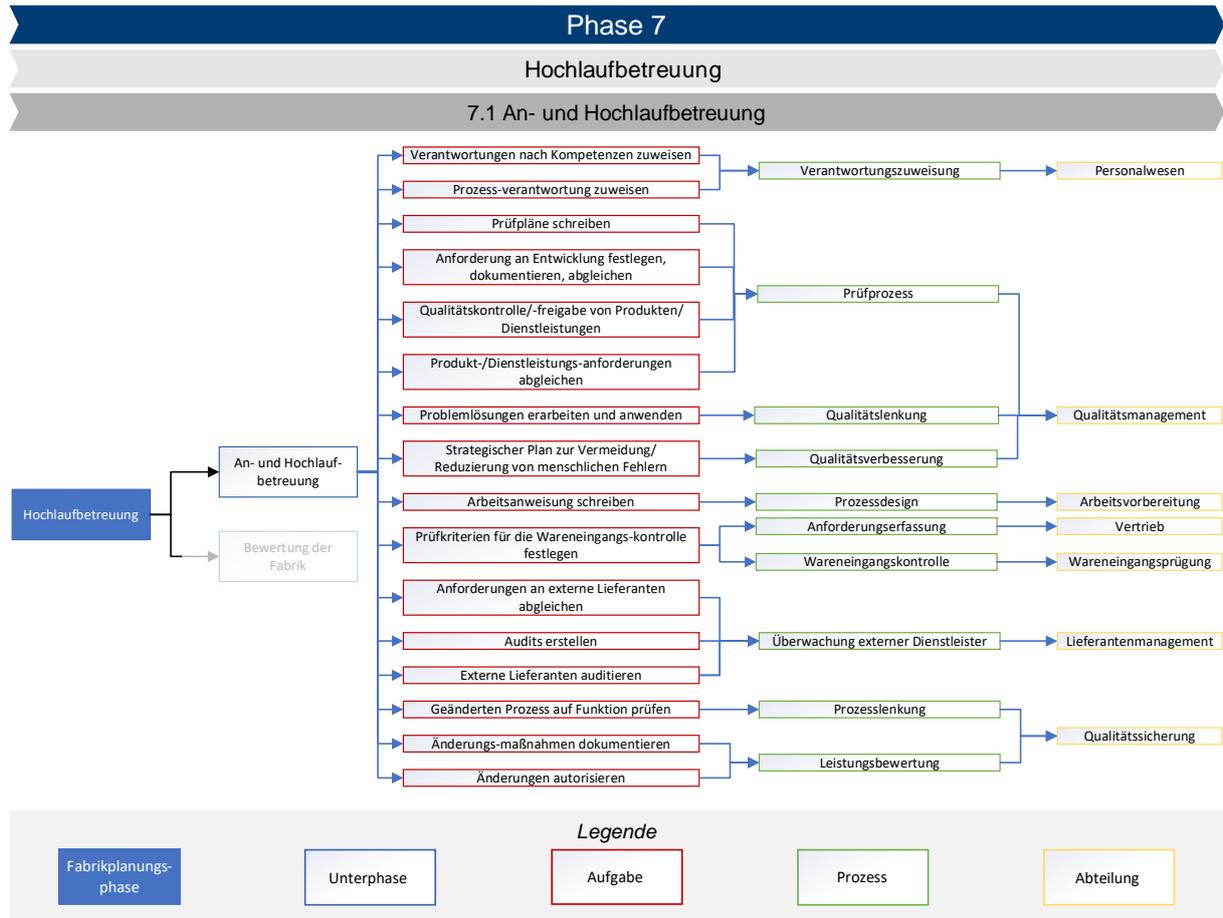


Abbildung 18: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 7.1: An- und Hochlaufbetreuung

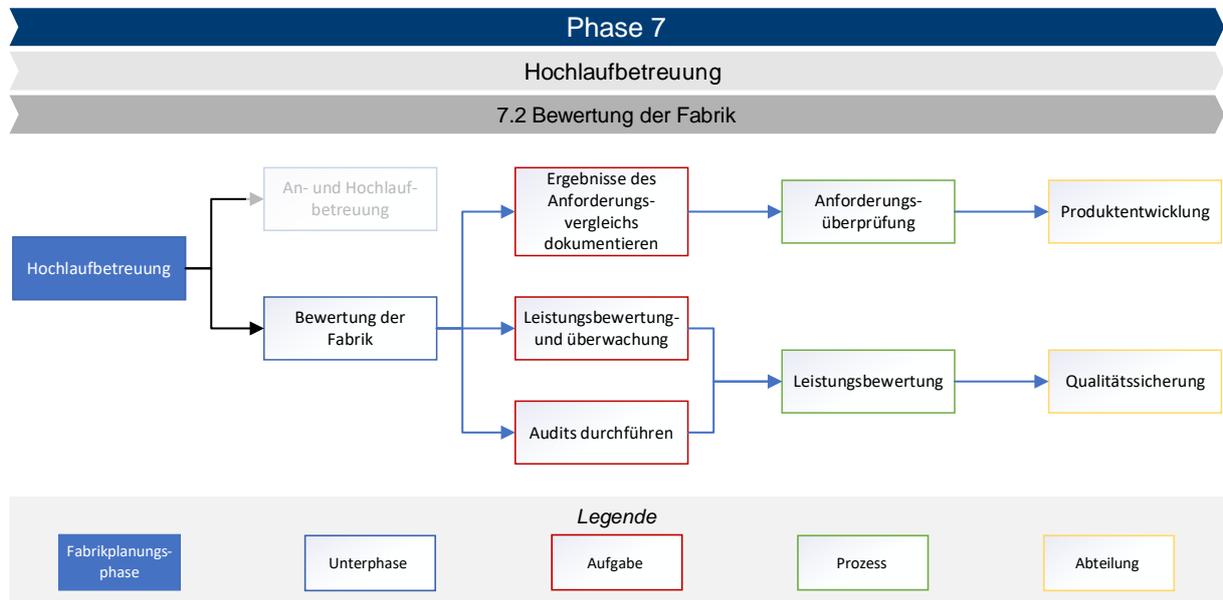


Abbildung 19: Identifizierte Schnittstellen in der Fabrikplanungsphase 7.2 Bewertung der Fabrik

4.2.3 Transfer in die Praxis

Das Flussdiagramm zur Identifizierung von Schnittstellen zwischen dem Fabrikplanungsprozess nach VDI 5200 und dem QM(S) nach DIN EN ISO 9001:2015 bietet einen strukturierten Rahmen, der gut genutzt werden kann. Da es sich bei einer Schnittstelle um einen Übergabepunkt handelt, an dem mehrere Entitäten Input- und Outputfaktoren geben und empfangen, ist es notwendig, mit deren Identifikation zu beginnen.

Es ist jedoch schwierig, alle möglichen Input- und Outputfaktoren zu ermitteln, die bei den verschiedenen Arten von Unternehmen auftreten können. Viele Faktoren, wie z. B. Branche, Unternehmensgröße, Produkt und Organisationsstruktur, können zu bestimmten Faktoren führen, die mit diesem generischen Ablaufprogramm nicht ermittelt werden können. Abbildung 20 zeigt daher ein Flussdiagramm zur Identifizierung von Schnittstellen zwischen dem Fabrikplanungsprozess und dem Qualitätsmanagement, das Unternehmen nutzen können. Das Flussdiagramm ist eine Abwandlung des in Abbildung 7 dargestellten.

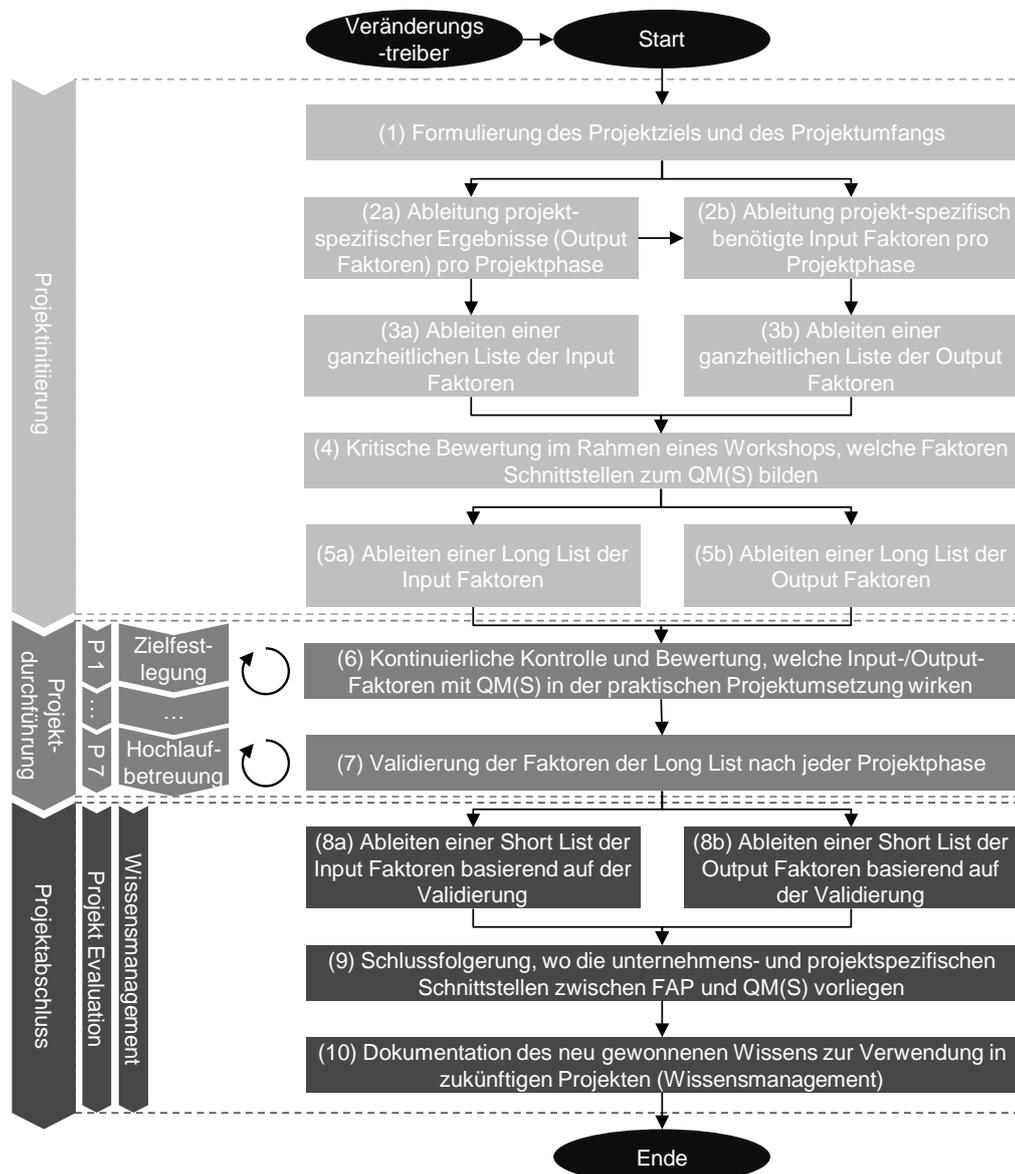


Abbildung 20: Flussdiagramm zur Ermittlung der Schnittstellen zwischen dem Fabrikplanungsprozess nach VDI 5200 und dem QM(S) nach DIN EN ISO 9001:2015 in einem unternehmensspezifischen Projekt [21]

Bevor ein Fabrikplanungsprojekt eingeleitet wird, gibt es in der Regel einen Auslöser dafür. Diese Auslöser werden als Veränderungstreiber bezeichnet und können intern (Einsatz neuer Technologien, Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz, reaktive Beseitigung von Schwachstellen, präventive strategische Impulse) oder extern (Weltwirtschaft, Gesellschaft, Technologie, Umwelt, Politik) sein [19]. Hat ein Unternehmen entschieden, dass die Zeit reif ist für Veränderungen in Form eines Fabrikplanungsprojekts, werden in einem ersten Schritt das Projektziel und der Projektumfang definiert (1). Anschließend können die Unterziele und die Ergebnisse (Outputfaktoren) abgeleitet werden (2a). Dann können die erforderlichen Outputs und die erforderlichen Inputs für jede Phase des Projekts ermittelt werden (2b). Das Ergebnis ist ein erster Entwurf einer langen Liste mit allen relevanten Output- und Inputfaktoren. Beide Listen müssen kritisch bewertet werden. Zu diesem Zweck wird vorgeschlagen, einen Workshop mit einem interdisziplinären Team zu organisieren, um die Faktoren zu diskutieren (4). Das Ergebnis ist eine kurze Liste der relevanten Input- und Outputfaktoren, die unternehmens- und projektspezifisch sind. Sobald die Projektinitiierung abgeschlossen ist, beginnt die Projektdurchführung. In diesem Schritt werden die Projektphasen nach VDI 5200 durchlaufen. Iterativ zu den chronischen Phasen ist es notwendig, die Input- und Outputfaktoren während des Projekts kontinuierlich zu überwachen und zu bewerten (6). Auf diese Weise ist es möglich, die Faktoren der Auswahllisten in jeder Projektphase zu validieren (7). Die Schritte (6) und (7) sind für jede Projektphase iterativ. Die Durchführung dieser Überwachung und Validierung ist unternehmensspezifisch und kann nicht allgemein festgelegt werden. Es ist Teil des Projektmanagements, diese zusätzliche Aufgabe zu übernehmen. In der letzten Phase, dem Projektabschluss, ist es möglich, eine zweite Shortlist abzuleiten, die fundierter ist als diejenige vor der Projektinitiierung. Danach kann die Projektleitung feststellen, wo die unternehmens- und projektspezifischen Schnittstellen zwischen dem Fabrikplanungsprozess und dem Qualitätsmanagement liegen (9). Der letzte Schritt definiert die Dokumentation des neu erworbenen Wissens für die Verwendung in zukünftigen Projekten (10). Dies ist Teil des Wissensmanagements und liegt in der Verantwortung des Projektmanagements.

4.3 Quality Gates

In diesem Kapitel werden die im Kapitel 4.2 identifizierten Schnittstellen in die Systematik von anwenderfreundlichen Quality Gates überführt. Die Quality Gates dienen als Art Qualitätskontrolle während der Fabrikplanung und stellen sicher, dass die Qualitätsstandards in jeder Phase des Produktionsprozesses erfüllt und die Anforderungen der Kunden berücksichtigt werden. Die einzelnen Planungsphasen nach VDI 5200 Richtlinie werden durch Gates voneinander getrennt.

Seite 38 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

An jedem Quality Gate soll das Planungsprojekt kontrolliert werden können, um rechtzeitig Fehler und Verbesserungspotenzial zu erkennen und die Qualität kontinuierlich auf hohem Niveau zu halten. Durch die Unterteilung des Planungsprozesses in Phasen und die Trennung durch Quality Gates können parallellaufende Aktivitäten synchronisiert werden. Die Bewertung der Ergebnisse aus den vorangegangenen Aktivitäten und des Prozessfortschritts wird mithilfe von Checklisten von Gate Keepern bzw. Pförtnern vorgenommen. Gate Keeper sind jeweils die Verantwortlichen der Disziplinen wie z. B. der Fabrik- oder Qualitätsverantwortliche, die an der Planung der jeweiligen Phase beteiligten waren. Abbildung 21 stellt das Prinzip der Quality Gates dar.

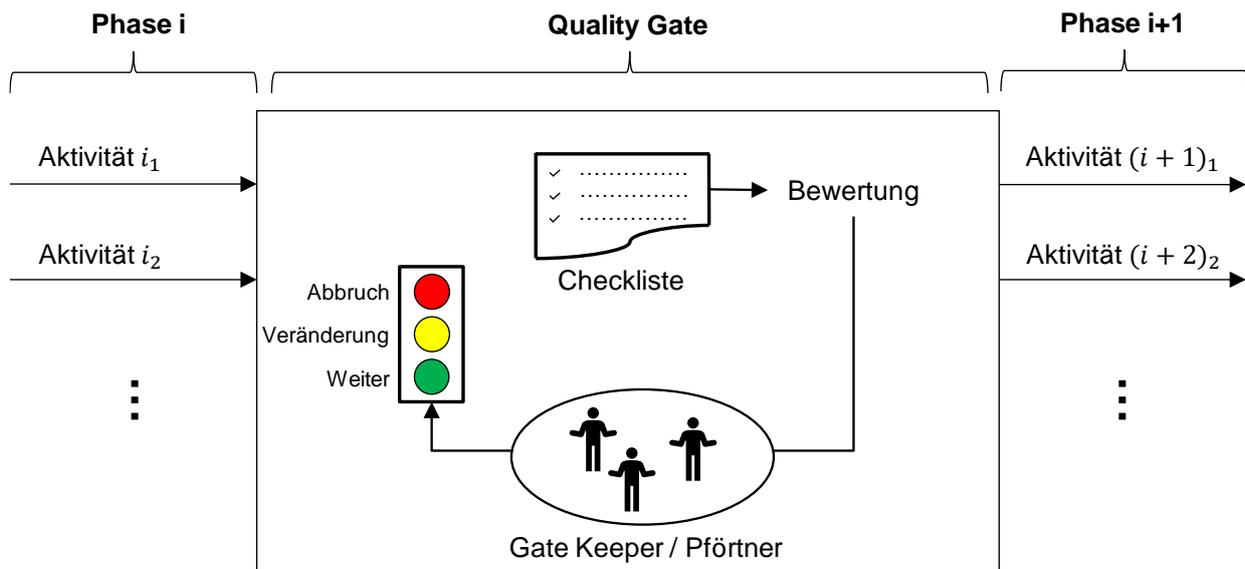


Abbildung 21: Prinzip der Quality Gates [24]

Sobald eine Fabrikplanungsphase durchlaufen wurde, wird an dem Quality Gate mithilfe der Checklisten überprüft und bewertet, ob alle für den erfolgreichen Abschluss der Phase gestellten Anforderungen erfüllt wurden. Die Bewertung kann dabei drei Möglichkeiten für das weitere Vorgehen ergeben [24]:

Zeigt die Ampel die Farbe „Grün“, so werden alle Aktivitäten, Planungen und Ergebnisse akzeptiert und der Planungsprozess kann fortgesetzt werden.

Zeigt die Ampel die Farbe „Gelb“, so sind nur ein Teil der Ergebnisse erreicht worden. Es werden Maßnahmen eingeleitet, damit die übrigen Aktivitäten ebenfalls abgeschlossen werden. Bei einer Einzelfallprüfung kann es zur Freigabe unter Vorhalt bzw. mit Auflagen kommen.

Zeigt die Ampel die Farbe „Rot“, so werden die Ergebnisse nicht akzeptiert. Es bedarf Änderungen an den Zielen oder Vorgaben sowie ggf. Auflagen bezüglich Nachbesserungen der Planungen. Es werden alle Aktivitäten und Planungen abgebrochen und in einer der vorherigen Planungsphasen neu begonnen.

Seite 39 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

Im Folgenden werden exemplarisch Quality Gates anhand von Checklisten modelliert, die sich jeweils am Ende jeder Planungsphase befinden. Aufgrund der höheren Anzahl an Schnittstellen zwischen Fabrikplanung und Qualitätsmanagement im Vergleich zu den anderen Phasen fallen die Quality Gates nach der Phase der Detailplanung sowie der Hochlaufbetreuung umfangreicher aus. Die Quality Gates orientieren sich an den Outputs der jeweils vorangegangenen Phase. Somit sollten mit ihrer Hilfe die Ergebnisse aus den vorangegangenen Aktivitäten bewertet und der Prozessfortschritt gemessen werden können. Der Übersichtlichkeit halber werden die Quality Gates direkt anhand ihrer Checklisten definiert. Abbildung 22 zeigt die Position der Quality Gates innerhalb des Fabrikplanungsprozesses. Zwischen Phase fünf und Phase sechs befindet sich kein Quality Gate, da in der Phase der Realisierungsvorbereitung keine Schnittstellen zum Qualitätsmanagement identifiziert wurden (vgl. Kapitel 4.2.2).

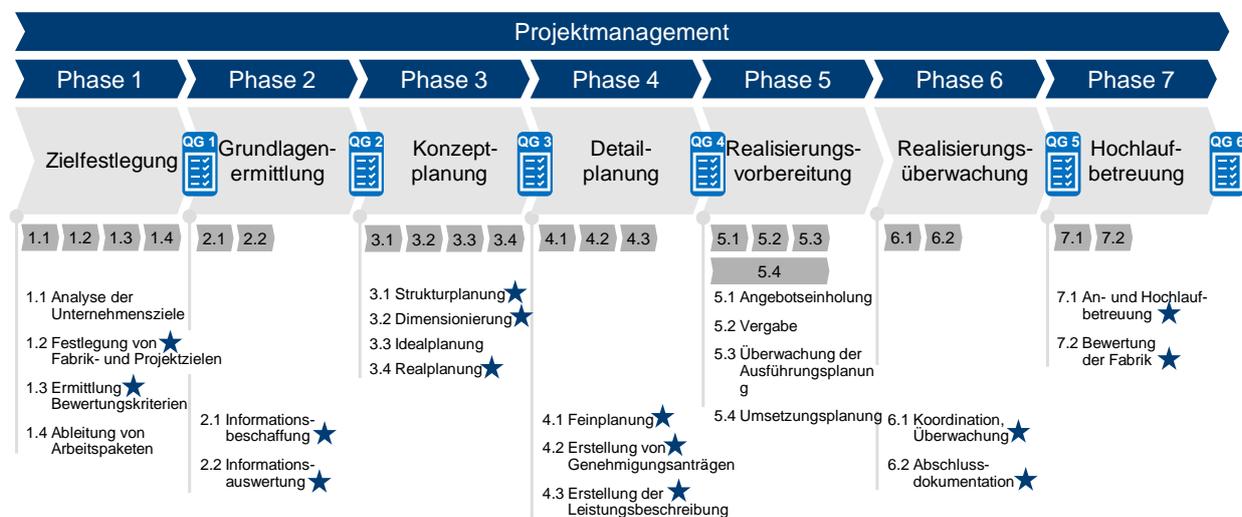


Abbildung 22: Quality Gates innerhalb des Fabrikplanungsprozesses

In Tabelle 1 ist der detaillierte Aufbau der ermittelten Quality Gates beschreiben:

Tabelle 1: Beschreibung des Aufbaus der Quality Gates

Komponente	Beschreibung
Checkpoint	Der Checkpunkt beschreibt eine Aufgabe, die erfüllt werden muss. Bei Erfüllen dieser, darf der Checkpunkt abgehakt werden.
Unterphase	Die Unterphase gibt Auskunft über den genauen Zeitpunkt der Fabrikplanung, in dem der Checkpunkt erledigt werden muss.
Verantwortlich	Die Information der Verantwortlichkeit gibt Auskunft darüber welche der beiden Disziplinen für die Erfüllung des Checkpunktes verantwortlich ist und

	ihn somit proaktiv steuern sollte. Falls beide Disziplinen aufgeführt sind, so ist die Zuteilung nicht eindeutig und muss im Einzelfall geprüft werden.
Abteilung	Die Abteilung gibt Auskunft darüber welche unternehmensinterne Abteilung an der Erfüllung des Checkpunktes beteiligt ist. Die Information über die Abteilung kann unternehmensspezifisch variieren und stellt an dieser Stelle lediglich einen Vorschlag dar.
Prozess	Der Prozess gibt Auskunft darüber welcher unternehmensinterne Prozess zur Erfüllung des Checkpunktes notwendig ist. Die Information über den Prozess kann unternehmensspezifisch variieren und stellt an dieser Stelle lediglich einen Vorschlag dar.
Informationsaustausch	Der Informationsaustausch gibt Auskunft über die Art des Austausches. Ist der Austausch einmalig, dann findet ein singulärer Informationsaustausch, meist in Form einer Bereitstellung oder Dokumentation, statt. Ist der Austausch iterativ, dann wird über den Fabrikplanungsprozess hinweg mehrfach zu einem Thema Information in steigendem Reifegrad ausgetauscht.
Unterstützende agile Methode	Zur erfolgreichen Erfüllung des Checkpunktes werden agile Methoden vorgeschlagen, die den Anwender unterstützen. Eine detaillierte Beschreibung der agilen Methoden ist im Kapitel 5 (Agiler Baukasten) zu finden.

4.3.1 Zielfestlegung

Quality Gate 1: Zielfestlegung						
Checkpoint	Unterphase	Verantwortlich	Informationsaustausch	Abteilung	Prozess	Unterstützende agile Methode
Ziel durch die Reorganisation festhalten	Festlegung von Fabrik-FAP und Projektzielen		einmalig	Qualitätsmanagement	Qualitätslenkung	Interviews
Konsequenzen durch die Reorganisation beurteilen und festhalten	Festlegung von Fabrik-FAP und Projektzielen		einmalig	Qualitätsmanagement	Qualitätslenkung	Konsens
Anforderungsabgleich neuer/geänderter Produkte mit geltenden Vorschriften	Festlegung von Fabrik-FAP/QM und Projektzielen		iterativ	Anforderungvalidierung	Anforderungsüberprüfung	
Anforderungen IST-SOLL Vergleich	Festlegung von Fabrik-FAP/QM und Projektzielen		iterativ	Anforderungvalidierung	Anforderungsüberprüfung	Interviews
Anforderungen dokumentieren	Festlegung von Fabrik-QM und Projektzielen		einmalig	Anforderungsmanagement	Anforderungsdokumentation	Checkliste
Leistungsbewertung und -überwachung	Ermittlung von Bewertungskriterien	QM	iterativ	Qualitätsverbesserung	Leistungsbewertung	

Abbildung 23: Quality Gate 1 - Zielfestlegung

4.3.2 Grundlagenermittlung

Quality Gate 2: Grundlagenermittlung						
Checkpunkt	Unterphase	Verantwortlich	Informationsaustausch	Abteilung	Prozess	Unterstützende agile Methode
Anforderungen festlegen, dokumentieren, abgleichen, zuweisen	Informationsbeschaffung	QM	iterativ	Qualitätsplanung	Anforderungsmanagement	Bowtie Methode
Prüfplätze planen und Prüfpläne schreiben	Informationsbeschaffung	QM	iterativ	Qualitätskontrolle	Prüfprozess	Checkliste
Verantwortungen zuweisen	Informationsbeschaffung	QM	einmalig	Prozessdesign	Verantwortungszuweisung	Brainstorming
Ressourcen für neue/geänderte Produkte festlegen	Informationsbeschaffung	FAP	einmalig	Beschaffungsprozess	Ressourcenmanagement	
neue/geänderte Prozesse dokumentieren/erstellen	Informationsbeschaffung	FAP/QM	iterativ	Prozessmanagement	Prozessentwicklung	Auswahlliste
Prozessschritten Ressourcen hinzufügen/ändern	Informationsbeschaffung	FAP	einmalig	Beschaffungsprozess	Ressourcenmanagement	

Abbildung 24: Quality Gate 2 - Grundlagenermittlung

4.3.3 Konzeptplanung

Quality Gate 3: Konzeptplanung						
Checkpunkt	Unterphase	Verantwortlich	Informationsaustausch	Abteilung	Prozess	Unterstützende agile Methode
Anforderungen festlegen, dokumentieren, abgleichen, zuweisen	Strukturplanung	FAP	iterativ	Qualitätsplanung	Anforderungsmanagement	Personas
Maßnahmen zur Änderung dokumentieren und Änderungen autorisieren	Strukturplanung	FAP	einmalig	Qualitätsverbesserung	Leistungsbewertung	Konsens
Anforderungen festlegen, dokumentieren, abgleichen, zuweisen	Dimensionierung	FAP	iterativ	Qualitätsplanung	Anforderungsmanagement	Interviews
Prüfplätze planen und Prüfpläne schreiben	Dimensionierung	QM	iterativ	Qualitätskontrolle	Prüfprozess	Brainstorming
Anforderungen festlegen, dokumentieren, abgleichen, zuweisen	Realplanung	FAP	iterativ	Qualitätsplanung	Anforderungsmanagement	Design Thinking
Anforderungen an Entwicklung festhalten, Ergebnisse mit Anforderungen abgleichen, Kriterien für WE-kontrolle	Realplanung	QM	iterativ	Qualitätskontrolle	Prüfprozess	Kanban Board
Anforderungen an Entwicklung festhalten, Ergebnisse mit Anforderungen abgleichen, Kriterien für WE-kontrolle	Realplanung	QM	iterativ	Qualitätskontrolle	Wareneingangskontrolle	
neue/geänderte Prozesse dokumentieren/erstellen	Realplanung	FAP/QM	iterativ	Prozessmanagement	Prozessentwicklung	Checkliste
Benötigte interne Ressourcen für den Prozess bereitstellen	Realplanung	QM/FAP	einmalig	Prozessmanagement	Prozessentwicklung	
Produkt-/Dienstleistungsanforderungen überprüfen	Realplanung	QM	iterativ	Anforderungvalidierung	Anforderungsüberprüfung	
Problemlösungen erarbeiten und anwenden	Realplanung	QM	iterativ	Qualitätsmanagementprozesse	Qualitätslenkung	Stand-up Meeting
Geplante Änderungen überprüfen und freigeben	Realplanung	FAP/QM	iterativ	Qualitätsmanagementprozesse	Steuerung von Änderungen	Checkliste
Audit erstellen, externe Lieferanten auditieren, Anforderungen abgleichen	Realplanung	QM	iterativ	Lieferantenqualitätsmanagement	Überwachung externer	

Abbildung 25: Quality Gate 3 - Konzeptplanung

4.3.4 Detailplanung

Quality Gate 4: Detailplanung						
Checkpunkt	Unterphase	Verantwortlich	Informationsaustausch	Abteilung	Prozess	Unterstützende agile Methode
Anwendungsbereich muss erweitert werden und neue/erweiterte Produkte müssen im QMS hinterlegt	Feinplanung	FAP	iterativ	Qualitätsplanung	QM-Systemplanung	Brainstorming
Auditbereiche und Inhalte definieren	Feinplanung	FAP	iterativ	Qualitätsverbesserung	Leistungs-messung	Interviews
Anforderungen festlegen, dokumentieren, abgleichen, zuweisen	Feinplanung	FAP	iterativ	Qualitätsplanung	Anforderungsmanagement	Checkliste
Anforderungsabgleich neuer/geänderter Produkte mit geltenden Vorschriften	Feinplanung	FAP/QM	iterativ	Anforderungsvalidierung	Anforderungsüberprüfung	
neue/geänderte Prozesse dokumentieren/erstellen	Feinplanung	FAP/QM	iterativ	Prozessmanagement	Prozessentwicklung	
Anforderungen IST-SOLL Vergleich	Feinplanung	FAP/QM	iterativ	Anforderungsvalidierung	Anforderungsüberprüfung	
Geplante Änderungen überprüfen und freigeben	Feinplanung	FAP/QM	iterativ	Qualitätsmanagementprozesse	Steuerung von Änderungen	Retrospektiv
Kriterien für externe Lieferanten festlegen und externe Lieferanten auswählen	Feinplanung	FAP	einmalig	Lieferantenqualitätsmanagement	Lieferantenqualitätsüberwachung externer	Auswahlliste
Audit erstellen, externe Lieferanten auditieren, Anforderungen abgleichen	Feinplanung	QM	iterativ	Lieferantenqualitätsmanagement	Qualitätsüberwachung externer	FMEA
Plan zur Vermeidung/Reduzierung von menschl. Fehlern z.B. Arbeitsanweisungen schreiben o. Schulung von Verantwortungen zuweisen	Feinplanung	FAP	iterativ	Qualitätsmanagementprozesse	Qualitätsverbesserungsprozesse	Brainstorming
Arbeitsanweisungen und Prozessbeschreibungen schreiben	Feinplanung	FAP	iterativ	Prozessdesign	Verantwortungszuweisung	Design Thinking
Verantwortungen zuweisen	Feinplanung	FAP	einmalig	Prozessdesign	Verantwortungszuweisung	
Lieferanten müssen überwacht werden	Erstellung von Genehmigungsantrag	FAP	einmalig	Beschaffungsprozess	Lieferantenbewertung	
Lieferanten müssen überwacht werden	Erstellung von Leistungsbeschreibung	FAP	einmalig	Beschaffungsprozess	Lieferantenbewertung	
Anforderungen an externe Dienstleister festlegen, dokumentieren, kommunizieren	Erstellung von Leistungsbeschreibung	QM	einmalig	Anforderungsmanagement	Anforderungserfassung	Checkliste
Prüfkriterien Wareneingangskontrolle festlegen	Erstellung von Leistungsbeschreibung	QM	einmalig	Anforderungsmanagement	Anforderungserfassung	Fehlerbaumanalyse
Anforderungen dokumentieren	Erstellung von Leistungsbeschreibung	FAP	einmalig	Anforderungsmanagement	Anforderungserfassung	

Abbildung 26: Quality Gate 4 - Detailplanung

4.3.5 Realisierungsüberwachung

Quality Gate 5: Realisierungsüberwachung						
Checkpunkt	Unterphase	Verantwortlich	Informationsaustausch	Abteilung	Prozess	Unterstützende agile Methode
Leistungsbewertung und überwachung	Koordination, Überwachung	QM	iterativ	Qualitätsverbesserung	Leistungs-bewertung	
Problemlösungen erarbeiten und anwenden	Koordination, Überwachung	QM	iterativ	Qualitätsmanagementprozesse	Qualitätslenkung	Brainstorming
Anwendungsbereich muss erweitert werden und neue/erweiterte Produkte müssen im QMS hinterlegt	Abschlussdokumentation	FAP	iterativ	Qualitätsplanung	QM-Systemplanung	
Auditbereiche und Inhalte definieren	Abschlussdokumentation	FAP	iterativ	Qualitätsverbesserung	Leistungs-messung	Interviews

Abbildung 27: Quality Gate 5 - Realisierungsüberwachung

4.3.6 Hochlaufbetreuung

Quality Gate 6: Hochlaufbetreuung						
Checkpunkt	Unterphase	Verantwortlich	Informationsaustausch	Abteilung	Prozess	Unterstützende agile Methode
Lieferanten müssen überwacht werden	An- und Hochlaufbetreuung	FAP	einmalig	Beschaffungsprozess	Lieferantenbewertung	FMEA
Anforderungen an Entwicklung festhalten, Ergebnisse mit Anforderungen abgleichen, Kriterien für WE-kontrolle	An- und Hochlaufbetreuung	QM	iterativ	Qualitätskontrolle	Prüfprozess	
Anforderungen an Entwicklung festhalten, Ergebnisse mit Anforderungen abgleichen, Kriterien für WE-kontrolle	An- und Hochlaufbetreuung	QM	iterativ	Qualitätskontrolle	Wareneingangskontrolle	
Geänderten Prozess auf Funktion prüfen	An- und Hochlaufbetreuung	QM/FAP	einmalig	Prozessmanagement	Prozesslenkung	Retrospektive
Produkt-/Dienstleistungsanforderungen abgleichen	An- und Hochlaufbetreuung	QM	iterativ	Qualitätskontrolle	Prüfprozess	Konsens
Problemlösungen erarbeiten und anwenden	An- und Hochlaufbetreuung	QM	iterativ	Qualitätsmanagementprozesse	Qualitätslenkung	
Audit erstellen, externe Lieferanten auditieren, Anforderungen abgleichen	An- und Hochlaufbetreuung	QM	iterativ	Lieferantenqualitätsmanagement	Überwachung externer	
Prüfplätze planen und Prüfpläne schreiben	An- und Hochlaufbetreuung	QM	iterativ	Qualitätskontrolle	Prüfprozess	Design Thinking
Anforderungen abgleichen und Qualitätskontrolle/-freigabe	An- und Hochlaufbetreuung	QM	einmalig	Qualitätskontrolle	Prüfprozess	
Plan zur Vermeidung/Reduzierung von menschl. Fehlern z.B. Arbeitsanweisungen schreiben o. Schulung von Verantwortungen zuweisen	An- und Hochlaufbetreuung	FAP	iterativ	Qualitätsmanagementprozesse	Qualitätsverbesserung	Brainstorming
Arbeitsanweisungen und Prozessbeschreibungen schreiben	An- und Hochlaufbetreuung	FAP	iterativ	Prozessdesign	Verantwortungszuweisung	Auswahlliste
Verantwortungen zuweisen	An- und Hochlaufbetreuung	FAP	einmalig	Prozessdesign	Verantwortungszuweisung	Auswahlliste
Maßnahmen zur Änderung dokumentieren und Änderungen autorisieren	An- und Hochlaufbetreuung	FAP	einmalig	Qualitätsverbesserung	Leistungsbewertung	
Regelmäßige Audits durchführen	Bewertung der Fabrik	QM	einmalig	Qualitätsverbesserung	Leistungsbewertung	Stand-up Meeting
Leistungsbewertung und -überwachung	Bewertung der Fabrik	QM	iterativ	Qualitätsverbesserung	Leistungsbewertung	Interviews
Anforderungen abgleichen	Bewertung der Fabrik	QM	einmalig	Anforderungsvalidierung	Anforderungsüberprüfung	Checkliste

Abbildung 28: Quality Gate 6 - Hochlaufbetreuung

4.4 Fazit

Um den Anforderungen dynamischer Märkte gerecht zu werden, müssen Fabriken in immer kürzeren Zyklen reorganisiert werden. Dies erfordert eine hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit der Fabriken [20]. Die Qualität von Produkten, die durch stabile und fehlerfreie Prozesse sichergestellt werden kann, ist dabei ein entscheidender Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit von Produktionsunternehmen und sollte bereits in der Fabrikplanung berücksichtigt werden. Werden während der Fabrikplanung umfassende qualitätsrelevante Anforderungen vernachlässigt, können notwendige Änderungen im späteren Fabrikbetrieb nur noch mit einem erheblichen Zusatzaufwand realisiert werden [25]. Um eine erhöhte Unzufriedenheit der Kunden, eine hohe Ausschussquote, höhere Produktionskosten sowie Risiken für die Mitarbeitenden [9] zu vermeiden, gilt es, das Qualitätsmanagement frühzeitig und kontinuierlich in den Reorganisationsprozess zu integrieren. Agile Methoden und Techniken bieten das Potenzial, Unternehmen dabei zu unterstützen. Sie können variabel eingesetzt werden und dabei helfen, eine hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit sicherzustellen.

Entsprechend der Zielsetzung der Arbeit wurde daher ein Konzept benötigt, mit dem Unternehmen den Fabrikplanungs- und Qualitätsprozess agil gestalten können. Dazu wurde nach einer Beschreibung wesentlicher Grundlagen und einer Analyse bestehender Ansätze im ersten Schritt

Seite 44 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

das zu entwickelnde E-Learning Konzept vorbereitet. Zu diesem Zweck wurden zunächst Schnittstellen zwischen Fabrik- und Qualitätsplanung identifiziert. Diese befinden sich vor allem in den Phasen der Planung und Steuerung des Fabrikplanungsprozesses. Nach VDI 5200 Richtlinie sind dies die Zielfestlegung, die Grundlagenermittlung, die Konzeptplanung, die Detailplanung, die Realisierungsvorbereitung, die Realisierungsüberwachung und die Hochlaufbetreuung. Während der Zielfestlegung müssen z. B. relevante Qualitätsziele und -anforderungen unter Berücksichtigung von Kundenanforderungen und Normen spezifiziert und in die Zielfestlegung der Fabrikplanung integriert werden. Zudem gilt es, gemeinsam mit dem Qualitätsmanagement Ziele zu definieren, um eine erfolgreiche Fabrikplanung sicherzustellen. Es sollten gemeinsam Arbeitspakete definiert werden, um das Planungsprojekt unter Berücksichtigung qualitätsrelevanter Aspekte zu strukturieren. Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten sollten von beiden Disziplinen festgelegt werden. Bei der Festlegung von Qualitätsanforderungen an die Mitarbeitenden sollte das Qualitätsmanagement stets beratend zur Verfügung stehen, spezifische Anforderungen und Vorgaben bezüglich der Nutzung von Betriebsmitteln festlegen und sicherstellen, dass die für den Prozess zuständigen Mitarbeitenden über genügend Kompetenz verfügen, um den Prozess anforderungsgerecht durchzuführen.

Nach der Beschreibung der Schnittstellen wurden exemplarisch Quality Gates modelliert. Diese dienen der Bewertung der Planungsergebnisse aus den vorangegangenen Phasen, zur Messung des Prozessfortschritts und als Art Qualitätskontrolle während der Fabrikplanung. Sie stellen sicher, dass die Qualitätsstandards in jeder Phase des Produktionsprozesses erfüllt und die Anforderungen der Kunden berücksichtigt werden. Somit können rechtzeitig Fehler und Verbesserungspotenziale erkannt und die Qualität kontinuierlich auf hohem Niveau gehalten werden. Die Bewertung der Ergebnisse aus den vorangegangenen Aktivitäten und des Prozessfortschritts erfolgt mithilfe von Checklisten.

5 Agiler Baukasten

Im folgenden Kapitel wird der agile Baukasten vorgestellt. Nach einer kurzen Einführung (5.1) werden die ermittelten Methoden in Form einer zusammenfassenden Tabelle dargestellt (5.2). Anschließend werden die Methoden im Detail vorgestellt (5.3).

5.1 Einführung

Agile Methoden passen sich im Gegensatz zu klassischen Methoden den immer komplexer werdenden Bedingungen, die außerhalb des Einflussbereiches eines Teams liegen, an. So können agile Methoden auch bei nicht klaren Anforderungen flexibel angewendet werden. Der (interne) Kunde wird in den Entwicklungsprozess durch Präsentation von Zwischenergebnissen mit einbezogen, sodass dessen Wünsche einfacher umgesetzt werden können und durch einen iterativen Entwicklungsprozess vorherige Entwicklungsschritte einfacher angepasst werden können.

Klassische Projektmanagement-Methoden zeichnen sich durch die klare und umfassende Definition der Anforderungen zu Projektbeginn aus. Allerdings sind sie wenig flexibel und erlauben nur begrenzte Änderungen während des Projekts. In diesem Ansatz bekommt der Kunde / die Kundin oft erst am Ende des Projekts das Endergebnis zu sehen. Die Methoden sind in der Regel für größere Teams konzipiert und folgen einem sequenziellen Entwicklungsprozess, der eine hierarchische Struktur und Spezialisten erfordert. Die Kommunikation erfolgt überwiegend durch Dokumentation und längere Besprechungen. Der Aufwand wird üblicherweise von Projektleitern oder Fachexperten geschätzt, und der gesamte Projektmanagement-Prozess ist häufig starr und wenig flexibel. Diese Vorgehensweise kann in bestimmten Projektkontexten geeignet sein, weist jedoch Einschränkungen hinsichtlich Anpassungsfähigkeit und enger Kundeninteraktion auf, wie sie in agilen Methoden betont werden.

In agilen Projektmanagement-Methoden sind die Anforderungen zu Beginn oft nicht vollständig bekannt, da sie sich im Laufe des Projekts entwickeln können. Die Flexibilität steht im Vordergrund, wobei Änderungen während des Projektverlaufs häufig auftreten. Ein zentraler Aspekt agiler Methoden ist die kontinuierliche Prozessverbesserung, um die Effizienz und Qualität im Laufe des Projekts zu steigern. Dieser Ansatz betont die Anpassungsfähigkeit und die enge Zusammenarbeit zwischen Teammitgliedern und Kunden.

Der Baukasten gibt einen Überblick über verschiedene agile Methoden. Jede Methode wird kurz erläutert. Darüber hinaus werden wichtige Kennwerte wie Dauer der Durchführung, erforderlicher Kenntnisstand und Anzahl der Beteiligten angegeben.

Darüber gibt es ausgewählte Methoden für die eine digitale Vorlage auf der Plattform [miro](#) [26] vorhanden ist. Der dazugehörige Link ist in der Übersicht der jeweiligen Methode hinterlegt. Diese Boards können kopiert und anschließend die digitale, agile Zusammenarbeit genutzt werden.

5.2 Agile Werkzeuge und Methoden – Tabellarische Übersicht

Werkzeug	Appreciative Inquiry (AI)	Auswahlliste	Bowtie-Methode
Input	Die Teilnehmer liefern Beiträge auf der Grundlage ihrer bisherigen Erfahrungen	Verschiedene Varianten	Meinungen von Experten, quantitative, historische oder empirische Daten
Output	Aktionsplan, Lösungsansatz	Auswahl an Varianten die bestimmten Auswahlkriterien entsprechen	Darstellung von Ursachen, Ereignissen und Wirkungen
Benötigte Zeit	Niedrig: 0,5 - 1 Tag	Mittel	Niedrig-hoch, je nach Ziel
Aufwand für Angestellte	Hoch: Sie liefern den Input	Mittel	Niedrig-hoch, je nach Zielsetzung
Zweck	Ideen in Aktionspläne umwandeln und Lösungsansätze finden, während die Vergangenheit reflektiert wird.	Variantenmanagement und Lösungsfindung anhand festgelegter Kriterien	Kann mit großen Gruppen durchgeführt werden, um Ideen in Aktionspläne umzuwandeln und Lösungsansätze zu finden, während die Vergangenheit reflektiert wird
Kategorie	Reflexion Zielsetzung und Aktionspläne	Koordinierung und Kommunikation der Struktur	Risikoanalyse und Visualisierung
Seite	55	56	58

Werkzeug	Brainstorming	Design Thinking	Earned Value Analyse
Input	Die Teilnehmer liefern Beiträge auf der Grundlage kreativer Ideen; Daten sind nicht unbedingt erforderlich	Teilnehmer liefern Input	Projektplan inkl. Kosten- und Zeitplanung
Output	Aktionsplan, Lösungsansatz	Aktionsplan, Innovative Lösungsansätze	Abgleich der Ist- und Sollzustand des Projekts
Benötigte Zeit	Niedrig: <1h	Hoch: Wochen bis Monate	Mittel: mehrere Stunden
Aufwand für Angestellte	Hoch: sie liefern den Input	Hoch	Mittel: Auswertung mehrerer Kennzahlen
Zweck	Entdeckung von Lösungen für Probleme mit geringer Komplexität zu einem bestimmten Thema	Entwicklung innovativer Produkte und einzigartiger Lösungen unter ständigem Denken und Handeln aus der Nutzerperspektive	Fortschrittsbewertung von Projekten
Kategorie	Kreative Lösungsansätze	Rahmenwerk	Soll-Ist-Vergleich
Seite	60	63	64

Werkzeug	Checklisten	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)	Fehlersammelliste
Input	Meinungen von Experten	Teilnehmer liefern Input	Empirische Daten
Output	Sammlung von Anforderungen / Prüfung auf Vollständigkeit	Möglichkeiten der Fehlervermeidung	Darstellung von Daten; Abgeleitete Aktionspläne
Benötigte Zeit	Niedrig, nimmt im Laufe der Zeit weiter ab	Hoch	Niedrig
Aufwand für Ange-	Niedrig - mittel	Hoch	Niedrig
Zweck	Identifikation von Anforderungen und Prüfung auf Vollständigkeit	Systematische und vollständige Identifizierung möglicher Probleme, Risiken und Konsequenzen, bevor sie auftreten	Daten (z.B. Fehler) nach Art und Anzahl geordnet korrekt erfassen und darstellen
Kategorie	Soll-Ist-Vergleich	Fehlervermeidung	Fehlervermeidung
Seite	62	67	69

Werkzeug	Fehlerbaumanalyse (FTA)	Interview	Kanban
Input	Beschreibung des Systems	Meinungen von Experten	Aufgaben
Output	Visualisierung von Risiken	Sammlung von widersprüchlichen oder sich überschneidenden Sichtweisen zu einem bestimmten	Visualisierung und Begrenzung von Arbeitsabläufen
Benötigte Zeit	Mittel, nimmt mit der Zeit weiter ab	Niedrig-hoch, hängt vom Umfang ab	Niedrig
Aufwand für Ange-	Niedrig - mittel	Niedrig - hoch, je nach Umfang	Niedrig
Zweck	Beurteilen und Optimieren von Systemen oder Produkten hinsichtlich ihrer Sicherheit und Zuverlässigkeit	Impulse für weitere Denkmuster	Planen, Eingrenzen, Visualisieren und Organisieren von Aufgaben und Ressourcen
Kategorie	Risikoanalyse und -visualisierung Fehlervermeidung	Impulse für weitere Denkmuster	Koordinierung und Kommunikation der Struktur
Seite	66	74	75

Werkzeug	Histogramm	Meta-Kommunikation
Input	Aufgezeichnete Daten	Wahrnehmungen der Teilnehmer
Output	Visualisierung und Analyse von erfassten Daten	Reflexion und Bewertung
Benötigte Zeit	Niedrig	Niedrig-mittel
Aufwand für Ange-	Niedrig	Hoch: sie liefern den Input
Zweck	Übersichtliche Visualisierung und Analyse der erfassten Daten	Reflexion zur Bewertung, Optimierung und Weiterentwicklung des Teams
Kategorie	Erfassung und Kommunikation des Ist-Zustandes	Reflexion
Seite	72	78

Werkzeug	Pareto-Diagramm	Personas	Konsens
Input	Erfasste Daten	Teilnehmer liefern Input	Problem zu dem eine Entscheidung gefunden werden muss
Output	Visualisierung und Analyse der erfassten Daten	Anforderungsanalyse; Aktionspläne	Eine von der Mehrheit befürwortete Entscheidung, welche zuvor diskutiert wurde
Benötigte Zeit	Niedrig	Mittel	Niedrig – mittel
Aufwand für Angestellte	Niedrig	Mittel	Niedrig: Argumente für die eigene Meinung vertreten und alternative Lösungen abwägen
Zweck	Veranschaulichung der Hauptursachen von Problemen, geordnet nach der Bedeutung ihrer Auswirkungen	Bedürfnisse aufdecken und Anforderungen analysieren	Entscheidungsfindung über Diskussion und Abstimmung
Kategorie	Risikoanalyse und Visualisierung	Zielsetzung und Aktionspläne	Zielsetzung und Aktionspläne
Seite	83	85	77

Werkzeug	Prototyping	Retrospektive	Objectives and Key Results (OKR)
Input	Teilnehmer liefern Input	Teilnehmer liefern Input auf der Grundlage früherer Erfahrungen	Ziele und Schlüsselereignisse zur Erreichung dieser
Output	Konkretisierung einer Idee; weitere Ansatzpunkte für eigene Lösungen; Feedback; eine geeignete Diskussion	Aktionsplan, Lösungsansatz	Transparente Liste zur Verfolgung von Zielen und Ergebnissen
Benötigte Zeit	Mittelhoch, abhängig vom Prototyp	Niedrig-mittel: (Minuten - Tage)	Mittel
Aufwand für Angestellte	Mittelhoch, abhängig vom Prototyp	Hoch: sie liefern den Input	Hoch
Zweck	Komplexe Zusammenhänge in einem frühen Stadium genau erkennen	Rückblickende Analysen des bisherigen Geschehens; Identifizierung und Lösung der kritischsten Problemen	Definieren von Schlüsselergebnissen zur Zielerreichung
Kategorie	Fehlervermeidung	Reflexion	Zielsetzung und Aktionspläne
Seite	86	87	82

Werkzeug	Reverse Thinking	Stand-up Meeting	Timeboxing
Input	Teilnehmer liefern Input auf der Grundlage kreativer Ideen	Teilnehmer liefern Input auf der Grundlage früherer Erfahrungen	Für ein Projekt zur Verfügung stehender Zeitraum
Output	Einzigartige Ideen und Problemlösungen; identifizierte Risiken	Bessere Teamkoordination und -kommunikation	Detaillierte Zeitpläne für Aufgaben innerhalb des Projekts
Benötigte Zeit	Niedrig	Niedrig: 15 min	Niedrig: 1-2 Stunden
Aufwand für Angestellte	Hoch: sie liefern den Input	Mittel	Niedrig
Zweck	Reflexion zur Bewertung, Optimierung und Entwicklung des Teams	Koordination von Aktivitäten und Zielen und deren transparente Kommunikation an jedes Mitglied	Definieren fester Zeitfenster für die Bearbeitung kreativer Aufgaben
Kategorie	Fehlervermeidung Kreative Lösungsansätze	Koordinierung und Kommunikation der Struktur	Reflexion
Seite	89	93	94

Werkzeug	Turtle-Diagramm	Ursache-Wirkungs-Diagramm (Ishikawa-Diagramm)
Input	Gesammelte Prozessinformationen	Meinung von Experten
Output	Übersicht über Prozesse und Prozessschnittstellen inkl. Input/Output und Zweck	Diagramm mit organisierten Faktoren, die Fehler und ihre Folgen in verschiedene Kategorien unterteilen
Benötigte Zeit	Niedrig: 0,5-1 Tag	Mittel: 1-4 Tage
Aufwand für Angestellte	Niedrig: Gesammelte Informationen müssen visualisiert werden	Mittel: es müssen alle Einflüsse bedacht werden
Zweck	Instrument zur Darlegung eines Prozesses sowie zur Durchführung von Risiko- und Prozessanalysen	Systematische und vollständige Identifikation von Ursachen für ein Problem
Kategorie	Visualisierung	Risikoanalyse und -visualisierung
Seite	95	97

5.3 Agile Werkzeuge und Methoden – Beschreibung

5.3.1 Appreciative Inquiry (AI)

Ziel	Aktionsplan, Lösungsansatz
Kategorie	Reflexion; Zielsetzung und Aktionspläne
Zeit	Niedrig: 0,5 - 1 Tag
Aufwand	Hoch

Appreciative Inquiry (AI) ist ein Format, das sich darauf konzentriert, was in der Vergangenheit gut und erfolgreich war und das mit der positiven Psychologie in Verbindung gebracht werden kann [27]. AI zielt darauf ab, die Zukunft positiv zu beeinflussen, indem Elemente des Erfolgs identifiziert und Aktionspläne mit Handlungen zu entwickeln, dass diese Elemente häufiger auftreten [28]. Darüber hinaus eignet sich diese Methode als Einstieg in Veränderungsprozesse [29]. Sie steigert die Motivation durch die Konzentration auf das Positive, was wiederum mehr Optimismus und eine bessere Atmosphäre schafft. Hervorzuheben ist, dass AI einen zentralen Fokus braucht (z.B. die Zukunft eines Fabriksegments).

Als erstes wird der 5D-Zyklus durchlaufen, der aus den Phasen *Definition*, *Discovery*, *Dream*, *Design* und *Destiny* besteht.

1. Definition
Absprache, wie das Projekt durchgeführt werden soll
2. Discovery
Ist-Zustand ermitteln, verstehen und wertschätzen was bereits da ist
3. Dream
Visionieren, was sein sollte und gewünscht ist
4. Design
Aus den Visionen ableiten, was sein soll: Definition des Soll-Zustandes
5. Destiny
Ansatz der Umsetzung

Das Ergebnis einer AI-Sitzung ist die Ableitung eines Aktionsplans [29]. Es muss hervorgehoben werden, dass AI mit großen Gruppen durchgeführt werden kann, um Ideen in konkrete Projekte zu verwandeln. Sie erfordert jedoch einen erfahrenen Großgruppenmoderator, der sich auf die Ideen der Teilnehmer konzentriert. Darüber hinaus können die Ergebnisse der einzelnen Phasen des 5D-Zyklus mit Flipcharts visualisiert werden.

5.3.2 Auswahlliste

Ziel	Lösungsfindung bei mehreren Varianten
Kategorie	Koordinierung und Kommunikation der Struktur
Zeit	Mittel
Aufwand	mittel

Die Methode „Auswahlliste“ wählt Varianten nach festgelegten, weitgehend allgemeingültigen Auswahlkriterien unter Nutzung eines Formblatts aus. Grundlage der Methode „Auswahlliste“ ist ein Formblatt (Abbildung 29) mit organisatorischen Angaben sowie einem Vorschlag von Auswahlkriterien und werten [30].

Lösungen	Werte							Entscheidung
	A	B	C	D	E	F	G	
	Werte (+) ja (-) nein (?) Informationsmangel (!) Widersprüche							Entscheidung (+) weiterverfolgen (-) scheidet aus (?) Information beschaffen (erneut beurteilen) (!) Kriterien auf Änderung prüfen
	Auswahlkriterien mit Aufgabe Verträglichkeit gegeben Forderungen der Anforderungsliste erfüllt Grundsätzlich realisierbar Aufwand zulässig Unmittelbare Sicherheitstechnik gegeben Im eigenen Bereich bevorzugt							
	Bemerkungen (Hinweise, Begründungen)							
1								
2								
3								
4								
5								
6								

Abbildung 29: Formblatt mit Auswahlkriterien (Feldhusen und Grote 2013)

Die Methode gliedert sich in drei Arbeitsschritte:

1. Auswahlkriterien festlegen
Die Methode kann mit vordefinierten Auswahlkriterien angewendet werden, die aus festen Anforderungen und Bereichen der Anforderungsliste abgeleitet und durch weitere situationsorientierte Kriterien ergänzt werden.
2. Bewerten von Varianten
Die Varianten werden hinsichtlich der Erfüllung der Auswahlkriterien bewertet und das Ergebnis mit den Symbolen "+", "-", "?" gekennzeichnet. Varianten, die mit "-" bewertet werden, scheidet aus dem weiteren Auswahlprozess aus. Bei einer "?"-Bewertung ist ein

weiterer Klärungsprozess erforderlich, bevor eine Entscheidung getroffen wird (⇒ Wieder- vorlage). Bei "+" werden die Kriterien erfüllt.

3. Entscheidung treffen

Das Ergebnis der Auswahl ist ein begrenzter Satz geeigneter Varianten, die es wert sind, weiterverfolgt zu werden. Darüber hinaus können Fragen zur Informationsbeschaffung ausgelöst und eine Diskussion über die Anforderungen angeregt werden. Die Auswahl birgt das Risiko, dass günstige Varianten aufgrund einer Fehleinschätzung aufgrund feh- lender Informationen nicht weiterverfolgt werden. Daher empfiehlt es sich, das Ergebnis der Auswahl zu einem späteren Zeitpunkt zu reflektieren.

Die Methode der "Auswahlliste" eignet sich für einen Variantensatz, der etwa 20 bis 50 Varianten umfasst, um diese vor der Bewertung auf einen kleineren Lösungssatz zu reduzieren [30].

1. Festlegung von Zieldefinition und Rahmen
 Klare Definition des Entscheidungsziels oder der Fragestellung, für die eine Auswahl getroffen werden soll. Dies bildet den Rahmen für die Entscheidung.
2. Identifikation der Auswahlkriterien
 Überlegung, welche Kriterien relevant sind, um die Optionen zu bewerten. Diese könn- ten Kosten, Zeit, Qualität oder andere wichtige Faktoren sein, die für die Entscheidung von Bedeutung sind.
3. Sammlung aller Optionen
 Sicherstellung, dass alle potenziellen Optionen oder Möglichkeiten aufgelistet sind, die in Betracht gezogen werden sollen. Diese können auf einer Liste festgehalten oder digital erfasst werden.
4. Bewertung der Optionen anhand der Kriterien
 Bewertung jeder Option unter Berücksichtigung der zuvor identifizierten Kriterien. Nut- zung einer Skala oder eines Punktesystems, um die Optionen basierend auf den Kri- terien zu bewerten.
5. Gewichtung der Kriterien
 Zuweisung der Kriterien Gewichtungen, abhängig von ihrer Bedeutung für die Ent- scheidung. Einige Kriterien könnten höhere Priorität haben als andere, was durch pro- zentuale Gewichtungen oder Rangfolgen ausgedrückt werden kann.
6. Bewertung und Quantifizierung
 Den Optionen werden Werte zugeordnet, basierend auf der Erfüllung der Kriterien. Summiere oder berechne Gesamtwerte für jede Option, um eine Vergleichsbasis zu erhalten.
7. Analyse der Ergebnisse
 Analysiere die Ergebnisse und identifiziere die Optionen, die die höchsten Bewertun- gen erhalten haben. Berücksichtige dabei auch die Gewichtungen der Kriterien.
8. Entscheidungsfindung
 Basierend auf den Ergebnissen und der Analyse triff eine informierte Entscheidung oder Priorisierung. Berücksichtige Vor- und Nachteile der Optionen und wähle dieje- nige, die am besten zu den Zielen oder Anforderungen passt.
9. Überprüfung und Anpassung
 Überprüfe die getroffene Entscheidung und passe sie gegebenenfalls an. Neue Infor- mationen oder sich ändernde Umstände könnten eine Neubewertung der Auswahl er- forderlich machen.

5.3.3 Bowtie Methode

Ziel	Darstellung von Ursachen, Ereignissen und Wirkungen
Kategorie	Risikoanalyse und Visualisierung
Zeit	Niedrig-hoch, je nach Ziel
Aufwand	Niedrig-hoch, je nach Ziel
Vorlage	Miro Vorlage Bowtie Methode

Bei der Bowtie Methode werden Risiken identifiziert und in einem einzigen Diagramm strukturiert dargestellt, wobei die Ursachen und Folgen hervorgehoben werden [31]. Die Methode unterstützt die Risikoidentifikation, Risikokommunikation und Risikobewertung [31]. Die Analyse konzentriert sich auf das (unerwünschte) Top-Ereignis und identifiziert Ursachen und Auswirkungen. Auf der linken Seite werden die Ursachen in Form eines Ursache-Wirkungs-Diagramms oder in Form einer Fehlerbaumanalyse dargestellt [31]. Auf der rechten Seite werden die Auswirkungen des Ereignisses mit Hilfe eines Ursache-Wirkungs-Diagramms oder einer Ereignisbaumanalyse visualisiert [31]. Zusätzlich werden rechts und links Barrieren platziert, die im Sinne des Risikomanagements versuchen, das Eintreten des unerwünschten Top-Ereignisses zu verhindern [31]. Der Input wird durch quantitative, historische oder empirische Daten sowie Expertenmeinungen bereitgestellt [31]. Der Output hingegen ist eine klare und strukturierte Übersicht über Ursachen und Wirkungen, die zur Risikoidentifikation, Risikokommunikation und Risikobewertung genutzt werden kann. Der zeitliche und personelle Aufwand ist variabel und hängt von der Zielsetzung ab.

1. Identifikation des Top-Ereignisses
 Bestimmung des Hauptereignisses oder des unerwünschten Szenarios, welches analysiert werden soll
2. Festlegen der Ursachen
 Identifizierung der Ursachen, die zu dem Top-Ereignis führen können. Dies kann in Form eines Ursache-Wirkungs-Diagramm oder einer Fehlerbaum-Analyse erfolgen
3. Beschreiben der Ereignisse und Ursachen
 Detaillierte Dokumentation, wie die identifizierten Ursachen das Top-Ereignis beeinflussen können
4. Definieren der Barrieren
 Identifikation von Schutzmaßnahmen oder Barrieren, die darauf abzielen, das Eintreten des Top-Ereignisses zu verhindern. Diese Barrieren können physischer, prozeduraler oder technischer Natur sein
5. Identifikation der Auswirkungen
 Bestimmung der möglichen Auswirkungen des Top-Ereignisses. Dies kann ebenfalls in Form einer Ursache-Wirkungs-Diagramms oder einer Ereignisbaum-Analyse erfolgen

6. Dokumentation und Kommunikation

Erstellung eines Bowtie-Diagramms, das die identifizierten Ursachen, Ereignisse, Barrieren und Auswirkungen grafisch darstellt. Dieses Diagramm dient dazu, das Verständnis für das Risiko zu verbessern und die Kommunikation darüber zu erleichtern

7. Überwachung und Aktualisierung

Regelmäßige Überwachung und Aktualisierung des Bowtie-Diagramms, um sicherzustellen, dass es aktuell ist und Änderungen in den Risikofaktoren berücksichtigt werden

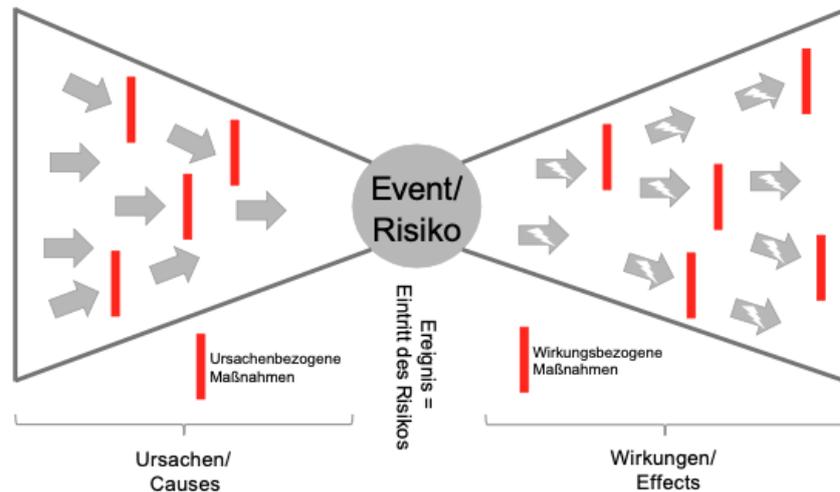


Abbildung 30: Bowtie Method [31]

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Bowtie Methode eine strukturierte Methode ist, die eine übersichtliche Darstellung und Kommunikation von Ursachen, Ereignissen und Auswirkungen von Risiken ermöglicht [31]. Dargestellt wird die Methode in Abbildung 30.

Ein unerwünschtes Top-Ereignis könnte beispielsweise eine ausfallende Produktionslinie sein. Ausgehend von diesem Ereignis, werden die Ursachen und die daraus resultierenden Auswirkungen sowie die Barrieren visualisiert. Die Auswirkungen können dabei Ursachen für weitere Top-Ereignisse sein, die mit einer neuen Bowtie Analyse dargestellt werden können [31]. Damit kann die Methode auch zur Analyse und Visualisierung komplexer Zusammenhänge genutzt werden [31].

5.3.4 Brainstorming

Ziel	Aktionsplan, Lösungsansatz
Kategorie	Kreative Lösungsansätze
Zeit	Niedrig: <1h
Aufwand	Hoch
Vorlage	Miro Vorlage Brainstorming

Die Brainstorming Methode gilt als eine der ersten Kreativitätstechniken und wird eingesetzt, um Lösungen für Probleme mit geringer Komplexität zu finden [32]. Darüber hinaus ist die Methode einfach durchzuführen, da keine besonderen methodischen Kenntnisse erforderlich sind [31]. Ziel dieser Methode ist es möglichst viele Ideen und Lösungsansätze in einer heterogenen Gruppe mit idealerweise fünf bis sieben Teilnehmern zu finden [31]. Dabei sind viele fachspezifische Perspektiven im Brainstorming-Prozess erwünscht [32]. Nicht geeignet ist Brainstorming für die Lösung analytischer Probleme, da diese Methode viel Freiraum für Kreativität erfordert [32].

Brainstorming kann in zwei verschiedene Phasen unterteilt werden. In der ersten Phase geht es darum, möglichst viele kreative Lösungen zu finden, während sich die zweite Phase auf die umfassende Bewertung der Lösungsvorschläge konzentriert [33]. Grundregeln des Brainstormings sind der Verzicht auf Kritik während der kreativen Phase, um alle Ideen zur Geltung kommen zu lassen und die Spontaneität der Teilnehmer zu fördern [33,32]. Außerdem ist Quantität wichtiger als Qualität. Die Offenheit der Teilnehmer für andere Ideen ist entscheidend [32].

Die Durchführung von Brainstorming dauert ca. 45 [32]. Der Input stammt aus dem Wissen und der Kreativität der Teilnehmer [31]. Daten sind für den Input nicht notwendig, können aber unterstützend eingebracht werden, um einen Ausgangspunkt zu schaffen [31]. Der Output ist ein großes Lösungspaket kreativer Ideen mit einer ersten Einschätzung der Machbarkeit und der Identifizierung möglicher Hindernisse [32]. Es sollten jedoch keine endgültigen Lösungen erwartet werden, da viele Ansätze unrealistisch oder bereits bekannt sein können [32].

Brainstorming wird vor allem dann eingesetzt, wenn es darum geht, Inhalte zu ergänzen oder Ursachen, Daten und Lösungen zu identifizieren [34]. Zusammenfassend kann Brainstorming als ein einfach durchzuführender Prozess beschrieben werden, der mit einer überschaubaren Anzahl von Teilnehmern in einer Gruppe durchgeführt wird [31]. Es besteht die Gefahr, dass beim

Seite 61 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

Brainstorming die Regeln nicht eingehalten werden, was die Kreativität einschränkt. Darüber hinaus ist zu betonen, dass die Auswahl der Teilnehmer sowie die Qualität der Moderation einen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse haben.

1. Vorbereitung
 Begrenzung der Gruppe auf maximal 10 Teilnehmer mit diversen Hintergründen. Gut beleuchteter Raum mit genug Platz und Materialien wie Papier oder Whiteboard bereitstellen.
2. Identifizierung des Problems
 Beschreiben zu welchem Thema Idee gesammelt werden sollen. Dies kann unterstützend durch klare Fragen oder Ziele geschehen, um den Ideenfindungsprozess zu fokussieren.
3. Generation von Ideen
 Bei Brainstorming-Sitzungen sollten Teilnehmende zuerst individuell Ideen entwickeln, um sicherzustellen, dass jeder beteiligt ist, bevor Ideen in der Gruppe diskutiert werden, da dies ermöglicht, auch unkonventionelle Vorschläge zu sammeln und später in machbare Lösungen umzuwandeln.
4. Ideenteilung
 Teilnehmer sollen Ideen ohne Kritik teilen, indem sie sich auf eine Idee konzentrieren, diese diskutieren und verbessern, wobei verschiedene Techniken wie das Aufschreiben auf einem Whiteboard oder das schriftliche Weiterentwickeln von Ideen genutzt werden können.
5. Auswahl der besten Ideen
 Nachdem alle Ideen diskutiert wurden, soll die Gruppe die Liste auf zwei oder drei beste Lösungen eingrenzen, indem sie diese auf ihre Anforderungen prüfen, Teilnehmer abstimmen lassen und die am meisten unterstützten Ideen nach Wichtigkeit oder Machbarkeit priorisieren.
6. Erstellung eines Aktionsplans
 Nach der Auswahl der besten Ideen soll ein Aktionsplan entwickelt werden, der möglicherweise die Präsentation der Ideen an das Management, weitere Forschung für Machbarkeit und die Erstellung eines Projektteams für die Umsetzung umfasst.

5.3.5 Checklisten

Ziel	Sammlung von Anforderungen / Prüfung auf Vollständigkeit
Kategorie	Soll-Ist-Vergleich
Zeit	Niedrig, nimmt im Laufe der Zeit weiter ab
Aufwand	Niedrig – mittel
Miro	Miro Vorlage Checklisten

Checklisten sind eines der wichtigsten und einfachsten Werkzeuge um Anforderungen zu ermitteln und auf Vollständigkeit zu prüfen [32,31]. Checklisten sind vorteilhaft, weil sie einerseits wiederverwendet und andererseits kontinuierlich weiterentwickelt werden können [31]. Expertenmeinungen fließen in die Checkliste ein [31]. Obwohl es sich um eine sehr einfache Methode handelt, erfordert die Erstellung der Liste Fachkenntnisse. Der kollektive Charakter der Methode liegt in der Entwicklung der Checkliste [31]. Darüber hinaus kann durch die wiederholte Verwendung von Checklisten der Zeitaufwand für die Erstellung drastisch reduziert werden, da nur einzelne Checklistenpunkte hinzugefügt oder gestrichen werden müssen [31]. Das Ergebnis ist eine vollständige Checkliste, die die Arbeit strukturiert darstellt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Checklisten eine gut kommunizierbare und verständliche Methode darstellen. Sie helfen, Arbeitsabläufe zu strukturieren und zu dokumentieren, während ihre Erstellung wenig Aufwand erfordert [31]. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass die Kreativität nicht gefördert, sondern eher unterdrückt wird und die Qualität der Inhalte stark von der Expertise der Checklistenersteller abhängt [31].

1. Erstellung eines Brain Dump
 Der erste Schritt zur Erstellung einer effektiven Checkliste ist ein umfassender "Brain Dump", bei dem alle anstehenden Aufgaben und "to do's" ohne Einschränkungen oder Vorbehalte notiert werden.
2. Organisation der Aufgaben
 Organisation aller Aufgaben nach logischen Kategorien
3. Definieren von Prüfkriterien
 Für jede Aufgabe werden (messbare) Prüfkriterien festgelegt um zu beurteilen, ob die Aufgabe abgeschlossen wurde
4. Festlegen von Verantwortlichkeiten
 Jeder Aufgabe wird mindestens eine verantwortliche Person zugewiesen
5. Bearbeitung der Aufgaben
 Sobald eine Aufgabenliste erstellt ist, erfolgt die schrittweise Abarbeitung der Aufgaben
6. Evaluieren
 Ergebnisse überprüfen, Stichpunkte hinter der jeweiligen Aufgabe notieren und auf der Checkliste abhaken, um den Überblick zu behalten und motiviert zu bleiben.
7. Hinzufügen weiterer Aufgaben
 Checklisten ermöglichen es, neue Aufgaben einfach hinzuzufügen und kontinuierlich voranzugehen, auch wenn immer mehr dazukommt.

5.3.6 Design Thinking (DT)

Ziel	Entwicklung kundenzentrierter Lösungen
Kategorie	Kreative Lösungsansätze
Zeit	Hoch (Tage bis Monate)
Aufwand	Hoch

Design Thinking (DT) ist eine kundenzentrierte und iterative Methode für die Lösung von komplexen Problemen und die Entwicklung neuer Ideen. DT beschreibt einen Ansatz, der auf den Grundprinzipien Team, Raum und Prozess beruht. Als Methode wurde DT vom Stanford Professor Larry Leifer, dem Informatiker Terry Winograd und David Kelley begründet. Es existieren mehrere Vorgehensmodelle von DT-Prozessen. Nach dem Hasso-Plattner-Institut in Potsdam lassen sich die sechs Schritte des Design Thinking folgendermaßen beschreiben:

1. Empathie
Der erste Schritt besteht darin, die Bedürfnisse und Perspektiven der Nutzer zu verstehen, indem durch Beobachtungen, Interviews und Interaktionen Einblicke gewonnen werden.
2. Definition
Das zu lösende Problem wird klar definiert und aus der Sicht der Nutzer betrachtet.
3. Ideenfindung
Mit Hilfe von Kreativitätstechniken wie Brainstorming, Mind Mapping oder Prototyping werden verschiedene Lösungsideen entwickelt.
4. Prototyp
Es werden schnelle Prototypen oder Modelle der Lösungen erstellt, um sie frühzeitig zu testen und Anpassungen vorzunehmen.
5. Tests
Die Prototypen werden mit realen Nutzern getestet, um Feedback zu erhalten und die Lösungen zu verbessern.
6. Umsetzung
Die verbesserte Lösung wird implementiert und der iterative Prozess wird fortgesetzt, um kontinuierlich Feedback zu integrieren und die Lösungen weiterzuentwickeln.

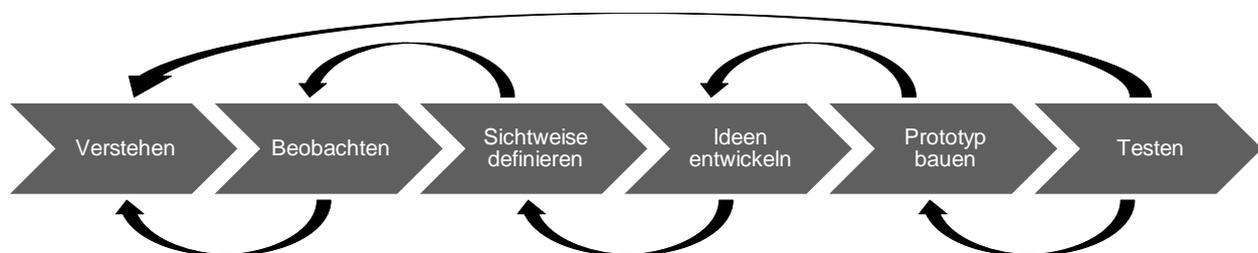


Abbildung 31: Phasen des Design Thinking Prozess

5.3.7 Earned Value Analyse

Ziel	Fortschrittsbewertung von Projekten
Kategorie	Soll-Ist-Vergleich
Zeit	Mittel (mehrere Stunden)
Aufwand	Mittel (Auswertung mehrerer Kennzahlen)

Die Earned Value Analyse bewertet den Fortschritt eines Projekts zu einem bestimmten Zeitpunkt. Dieser Wert bezieht sich immer auf das geplante Ziel des Projekts. Vereinfacht gesagt, vergleicht er den geplanten und den tatsächlichen Stand des Projekts zu einem bestimmten Stichtag. So lassen sich z. B. Verzögerungen oder Kostenüberschreitungen feststellen. In der DIN 69901-3 über Projektmanagementsysteme wird die Earned Value Analysis wie folgt beschrieben: "Die Earned Value Analysis (EVA) ist eine integrierte Betrachtung von Kosten, Zeit und Leistung. Sie wird für eine bestimmte Aufgabe (z.B. Projekt, Teilprojekt, Arbeitspaket) zu einem bestimmten Zeitpunkt ermittelt. Zur Berechnung sind die Plan- und Ist-Werte sowie, wenn vorhanden, die geschätzten Restaufwände notwendig. Aus der EVA können Prognosen für die erwarteten Gesamtkosten als auch den Fertigstellungszeitpunkt abgeleitet werden." [35].

Die einfachste Art, den Leistungswert (EV) zu berechnen, besteht darin, den geplanten Wert (PV) mit dem Prozentsatz der Fertigstellung (PC) des Projekts zu einem bestimmten Zeitpunkt zu multiplizieren. Wie die folgende Formel für den erzeugten Wert zeigt.

$$EV = PV * PC$$

EV: Leistungswert

PV: Planwert (zum Stichtag)

PC: Fertigstellungsgrad (in %)

Der Planwert zeigt den kumulierten Wert der geplanten Arbeit über einen bestimmten Zeitraum und kann sowohl Kosten als auch Aufwände darstellen. Es werden die gesamt geplanten Kosten bzw. der gesamt geplante Aufwand für das Projekt oder eine Aktivität herangezogen. Der Fertigstellungsgrad wird in Prozent angegeben. Er gibt an, wie weit eine Aufgabe bereits erledigt wurde. Beispielsweise haben Sie für ein Projekt 8 Monate Zeit und 50.000€ zur Verfügung. Das Projekt ist nun nach 3 Monaten zu 40% abgeschlossen. Das Gesamtbudget (50.000€) ist Ihr Planwert für das Projekt. Die 40% getane Arbeit Ihr Fertigstellungsgrad. Der Leistungswert berechnet sich also wie folgt:

$$EV = 50.000€ * 40\% = 20.000€$$

Vorgehen:

1. Planung der Arbeit
 Es werden klare Arbeitspakete definiert und ein detaillierter Projektplan erstellt, um Umfang, Zeit und Kosten festzulegen.
2. Festlegung des Budgets
 Für jede Arbeitsphase werden Budgets zugewiesen, um die Kosten und Ressourcen zu überwachen.
3. Erfassen des Earned Value
 Es wird der Wert der tatsächlich geleisteten Arbeit zu einem bestimmten Zeitpunkt des Projekts erfasst.
4. Bestimmung des Planned Value
 Der Wert der zu diesem Zeitpunkt gemäß Planung zu erwartenden Arbeiten wird ermittelt.
5. Erfassen der Actual Cost
 Es werden die tatsächlichen Kosten der zu einem bestimmten Zeitpunkt im Projekt durchgeführten Arbeiten erfasst.
6. Leistungsanalyse
Leistungswert, Planwert und tatsächliche Kosten werden verglichen, um die Projektleistung mit Hilfe von Kennzahlen wie dem *Cost Performance Index* und dem *Schedule Performance Index* zu bewerten.
7. Analyse der Ergebnisse
 Abweichungen zwischen *Leistungswert, Planwert* und *tatsächlichen Kosten* werden untersucht, um Probleme zu identifizieren und entsprechende Maßnahmen zu planen.
8. Prognosen
 Auf Basis der Analyse werden Prognosen für den weiteren Projektverlauf entwickelt und entsprechende Anpassungen geplant.

5.3.8 Fehlerbaumanalyse

Ziel	Visualisierung von Risiken
Kategorie	Risikoanalyse und -visualisierung; Fehlervermeidung
Zeit	Mittel, nimmt mit der Zeit weiter ab
Aufwand	Niedrig – mittel
Vorlage	Miro Vorlage Fehlerbaumanalyse

Eine Fehlerbaumanalyse (FTA) wird eingesetzt, um Systeme oder Produkte hinsichtlich ihrer Sicherheit und Zuverlässigkeit zu bewerten und zu optimieren [36]. Diese Methode wird vor allem bei komplexen sicherheitskritischen Systemen und Produkten eingesetzt [36]. Die FTA stellt eine deduktive Methode dar, da die Untersuchung der Fehlerursachen von einem vordefinierten unerwünschten Spitzenereignis ausgeht [32]. Die Visualisierung der Fehlerkombinationen erfolgt durch einen Fehlerbaum mit endlicher Anzahl von Verursachern und einem Top-Ereignis [36]. Eine weitergehende Analyse (z.B. die Analyse der Auftretswahrscheinlichkeiten) wird durch die Baumstruktur ermöglicht [36].

Die Bewertung des zu untersuchenden Systems, einschließlich der Identifikation der Komponenten des Systems und der Bestimmung des Zusammenwirkens dieser Komponenten, wird im ersten Schritt durchgeführt [36]. Die Systembeschreibung muss so detailliert wie möglich sein, da sie den grundlegenden Input liefert [31]. Um den Fehlerbaum zu erstellen, müssen Ereignisse und mögliche Zusammenhänge identifiziert werden, die zum Auftreten des Fehlers beitragen [37]. Die Ereignisse werden durch Verkettungen, Konjunktionen oder Disjunktionen verknüpft [37]. Eine Verkettung ist ein Fehler, der durch eine Reihe von aufeinander folgenden Ereignissen verursacht wird [37]. Sind Ereignisse disjunkt miteinander verknüpft, tritt der Fehler auf, sobald eines der Ereignisse eingetreten ist [37]. Tritt ein Fehler zum Zeitpunkt des Auftretens aller ursächlichen Ereignisse auf, ist die Verknüpfung konjunktiv zu definieren [37]. Eine Disjunktion wird im Fehlerbaum durch "≥1" und eine Konjunktion durch ein "&" dargestellt [38]. Abbildung 32 zeigt einen exemplarischen Fehlerbaum. Die rechteckigen Kästchen im Baum stellen die einzelnen Verursacher dar. [37] Diese Ereignisse sind durch Linien verbunden [37]. Kreise werden zur Darstellung von Verursachern verwendet, die nicht weiter untersucht werden, während Dreiecke Transferereignisse darstellen, die aus anderen Fehlerbäumen stammen und die Möglichkeit bieten, Fehler auch quantitativ zu untersuchen [37].

5.3.9 Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)

Ziel	Frühzeitige Erkennung von potenziellen Fehlern, Risiken und Folgen
Kategorie	Fehlervermeidung
Zeit	Hoch
Aufwand	Hoch

Die Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) ist eine zentrale Methode des Qualitätsmanagements, um mögliche Probleme, Risiken und Folgen systematisch und vollständig zu identifizieren, bevor sie auftreten [33,38]. Die FMEA zielt auf die Fehlervermeidung ab und wird vorzugsweise in den frühen Phasen (d.h. Entwicklung, Konstruktion und Planung) durchgeführt. Es gibt verschiedene Arten der FMEA. Sie kann sowohl in der Entwicklung und Konstruktion als auch bei der Untersuchung von komplexen Systemen und Prozessen eingesetzt werden. Neben dem präventiven Charakter kann die Methode auch zur Verbesserung bestehender Systeme, Prozesse oder Produkte eingesetzt werden [9]. Die zu identifizierenden Fehler haben eine unterschiedliche Auftretenswahrscheinlichkeit und ihre Folgen eine unterschiedliche Gewichtung [38]. Dies ermöglicht eine genaue Bewertung und bessere Priorisierung bei der Fehlerbehebung.

Im ersten Schritt der FMEA wird für jede Funktion oder Komponente der Zusammenhang zwischen einem Fehler, einer Ursache und einer Folge in einer standardisierten Form dargestellt (Abbildung 33) [38].

Fehlerort/ Fehlermerkmal	Möglicher Fehler	Fehlerfolgen	Fehlerursachen	Derzeitiger Zustand					Empfohlene Maßnahmen	Verant- wortlich	Verbesserter Zustand				
				Kontrollmaßnahmen	A	B	E	RPZ			Getroffenen Maßnahmen	A	B	E	RPZ
Wo tritt der Fehler auf?	Was für ein Fehler tritt auf?	Was resultiert aus dem Fehler?	Was ist der Auslöser für den Fehler?	Wie kann der Fehler im aktuellen Betrieb verhindert werden?	Auftretenswahrscheinlichkeit	Auswirkung	Entdeckungswahrscheinlichkeit	Risikoprioritätszahl	Wie kann der Fehler langfristig behoben werden?		Welche Maßnahmen wurden unternommen?				
Fehleranalyse		Risikobewertung							Maßnahmen						

Abbildung 33: Standardisiertes FMEA Formular [32]

Anschließend erfolgt eine Bewertung. Die Wahrscheinlichkeit des Ausfalls (Auftreten; A), der Auswirkung auf den Kunden (Bedeutung; B) und die Entdeckungswahrscheinlichkeit (Entdeckung; E) werden auf einer Skala von eins bis zehn bewertet. Wobei 10 immer für die höchste Wahrscheinlichkeit/Auswirkung steht.

Seite 69 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“
Die Risikoprioritätszahl *RPZ* errechnet sich dann daraus wie folgt:

$$RPZ = A * B * E$$

- Mit:
- B: Schweregrad des resultierenden Schadens gering (1) bis hoch (10)
 - A: Wahrscheinlichkeit des Auftretens des Fehlers gering (1) bis hoch (10)
 - S: Entdeckungswahrscheinlichkeit des Fehlers gering (1) bis hoch (10)

Die *RPZ* kann Werte zwischen 1 und 1000 annehmen und ermöglicht somit einen Vergleich verschiedener Risiken. Ein Wert von >125 gilt dabei als Grenze zwischen minimalem und signifikantem Risiko [38]. Nachdem die Risiken mit den signifikantesten Werten behandelt worden sind, wird die *RPZ* neu berechnet, um den Erfolg der Änderung zu bewerten [9].

Erfahrungen aus der Vergangenheit liefern den Input für diese Methode. Brainstorming kann ebenfalls verwendet werden, um mögliche Fehlerursachen zu identifizieren. [34]. Die Durchführung erfolgt in Teamarbeit unter Verwendung bewährter Methoden (z. B. Flussdiagramme oder Fehlerbäume) und mit Hilfe z.B. Flipcharts und Besprechungsräumen. Die FMEA ist sehr zeitintensiv, der Nutzen der Fehlerfrüherkennung und des -managements überwiegt jedoch diesen Aufwand. Zusammenfassend kann diese Methode als präventive Methode bezeichnet werden, die Fehler im Vorfeld vermeidet und Kosten, personelle und finanzielle Ressourcen reduziert [32].

1. Teamzusammenstellung
Es wird ein multidisziplinäres Team zusammengestellt, das das System kennt und verschiedene Perspektiven einbringt.
2. Identifikation der Elemente
Identifizierung der zu analysierenden Elemente (z.B. Komponenten, Prozessschritte) und Sicherstellung des Systemverständnisses des Teams.
3. Identifikation potenzieller Fehler
Es sind alle möglichen Fehler zu erfassen, die in den einzelnen Elementen auftreten können.
4. Bewertung der Auswirkungen
Die Auswirkungen jedes möglichen Fehlers auf das System, die Kunden, die Sicherheit, die Umwelt und andere relevante Bereiche werden bewertet.
5. Bewertung der Ursachen
Für jeden möglichen Fehler werden die Ursachen ermittelt. Es wird festgestellt, warum und wie er auftreten kann.
6. Bewertung der Entdeckung
Bewertung der Wahrscheinlichkeit, mit der der Fehler im Verlauf des Prozesses erkennbar ist, bevor er zu einem Problem für den Kunden werden kann.
7. Berechnung der Risikopriorität
Für jedes identifizierte Problem wird die Risikopriorität berechnet, indem die Wahrscheinlichkeit, der Schweregrad und die Erkennbarkeit bewertet werden.
8. Entwicklung von Verbesserungsmaßnahmen
Maßnahmen zur Verringerung oder Beseitigung der Risiken mit der höchsten Priorität werden identifiziert und priorisiert.
9. Umsetzung und Überwachung
Die vorgeschlagenen Maßnahmen werden umgesetzt, auf ihre Wirksamkeit überprüft und gegebenenfalls angepasst.

5.3.10 Fehlersammelliste

Ziel	Darstellung von Daten; Abgeleitete Aktionspläne
Kategorie	Genauere Erfassung und Darstellung von Daten (z.B. Störungen)
Zeit	Niedrig
Aufwand	Niedrig

Die Fehlersammelliste ist ein Instrument, das im Qualitätsmanagement häufig eingesetzt wird [37]. Sie dient dazu, empirische Daten (z.B. Fehler) nach Art und Anzahl geordnet genau zu erfassen und darzustellen, wie in Abbildung 34 dargestellt [36,38]. Dabei werden die Informationen über Fehler den Fehlerkategorien zugeordnet und in einer Tabelle festgehalten. Treten mehrere Fehlertypen selten auf, können diese gruppiert werden, um die Anzahl der Fehlertypen überschaubar zu halten [37]. Zusätzlich zum Fehlerkatalog ist es möglich, den Zeitraum anzugeben, in dem die Fehler erfasst werden [39]. Darüber hinaus können für eine eindeutige Zuordnung aussagekräftige Daten in die Liste aufgenommen werden, wie z.B. der Prüfer, das Datum, die Fertigungslinie oder das Produkt [39]. Zudem können Bilder des Bauteils oder von Fehlern die Fehlersammelliste visuell unterstützen [39]. Fehlersammellisten sind gut geeignet, um die Grundlage für Pareto-Analysen darzustellen [40,36] oder um effizient Histogramme zu erstellen [39,37]. Der Input für die Fehlersammelliste wird durch empirische Daten geliefert. Zusammengefasst dient dieses Tool als Grundlage für weitere Analysen. Der Output ist neben der Visualisierung und Darstellung der Fehler in Form einer Liste die Ableitung von Handlungsplänen. Allerdings lassen sich aus der Liste keine Informationen über die zeitliche Abfolge der erfassten Fehler oder die Ursachen für ihr Auftreten ableiten [36]. Die Liste kann jedoch mit geringem Aufwand erstellt werden, wobei der Nutzen durch die übersichtliche und auswertbare Datenerfassung wesentlich ist [39].

1. Teamzusammenstellung
 Es wird ein Team zusammengestellt, das mit dem Prozess, der Anlage oder dem Produkt vertraut ist und eine breite Perspektive auf mögliche Fehler hat.
2. Fehleridentifikation
 Alle potenziellen Fehler, die im Zusammenhang mit dem Prozess, der Anlage oder dem Produkt auftreten können, werden durch Brainstorming oder die Analyse historischer Daten ermittelt.
3. Kategorisierung der Fehler
 Die gesammelten Fehler werden in verschiedene Kategorien oder Typen eingeteilt, um sie besser strukturieren und verstehen zu können.
4. Priorisierung der Fehler
 Fehler werden nach ihrer möglichen Auswirkung auf den Prozess, die Anlage oder das Produkt und nach ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit bewertet.

5. Fehlersammelliste erstellen

Es wird eine Liste aller festgestellten Fehler erstellt, die nach Priorität und Kategorie geordnet ist.

6. Detaillierte Beschreibungen

Für jeden Fehler ist eine detaillierte Beschreibung einschließlich seiner Ursache, seiner möglichen Auswirkungen und gegebenenfalls bereits bekannter Lösungen anzugeben.

7. Überprüfung und Aktualisierung

Die Liste wird regelmäßig überprüft, um neue potenzielle Fehler zu identifizieren und die vorhandenen Informationen zu aktualisieren.

8. Analyse und Maßnahmen

Die Liste wird analysiert, um Trends oder wiederkehrende Fehlermuster zu erkennen und vorbeugende Maßnahmen zu deren Vermeidung oder Verminderung zu ergreifen.

9. Kommunikation und Nutzung

Die gesammelten Informationen über potentielle Fehler werden den relevanten Stakeholdern mitgeteilt und die Liste wird als Grundlage für Verbesserungsinitiativen verwendet.

Nr.	Fehlertyp	11.11.2022	12.12.2022	Gesamt
1	Maschinenfehler	///	///	/// ///
2	Arbeitsunfälle			
3	Verzögerung in der Montage	///	/// ///	/// /// ///
4	Montagefehler		///	///

Produkt Nr.:	Zeit:	Datum:
Produkt:	Prüfer*in:	Ort:

Abbildung 34: Fehlersammelliste [39]

5.3.11 Histogramme

Ziel	Visualisierung und Analyse von erfassten Daten
Kategorie	Erfassung und Kommunikation des Ist-Zustandes
Zeit	Niedrig
Aufwand	Niedrig

Histogramme werden zur Darstellung und Analyse von erfassten Daten verwendet [37]. Dazu werden Klassen zusammengefasst und die Messwerte als Balkendiagramm dargestellt [41]. Die Höhe der Balken entspricht der Anzahl der Messwerte in der jeweiligen Klasse [41,41]. Dies erhöht die Transparenz und Interpretierbarkeit der Daten [41]. Der Vorteil des Histogramms ist die übersichtliche Visualisierung der Daten [36]. Die Anzahl der Werte pro Klasse muss nicht absolut sein, sondern kann auch relativ dargestellt werden, was den Vorteil bietet, dass große Datenmengen in einer Grafik dargestellt werden können [36]. Außerdem hilft dieses Werkzeug, durch die Visualisierung Aussagen über die Häufigkeitsverteilungen zu treffen [39,39]. Folglich kann weiterführend festgestellt werden, ob die Beschreibung durch einen Mittelwert sinnvoll ist [39]. Darüber hinaus können Zielwerte und Toleranzgrenzen hinzugefügt werden, um das Histogramm zu erweitern und weitere Rückschlüsse zu ermöglichen [39]. Zusammenfassend kann dieses Werkzeug als einfache und schnelle Möglichkeit beschrieben werden, bereits vorhandene Daten zu visualisieren und Fehler zu erkennen und Konsequenzen zu formulieren. Um ein Histogramm als Beispiel zu präsentieren, wurde Abbildung 35 auf Basis der Daten der Fehlersammelliste in Abbildung 34 erstellt. Die x-Achse zeigt die Fehlerarten, denen die beobachteten Fehler zugeordnet sind. Die Häufigkeit des Auftretens wird auf der y-Achse dargestellt. In diesem Beispiel hebt das Histogramm die häufige auftretende Verzögerung von Baugruppen hervor. HERRMANN UND FRITZ [39] heben dieses Werkzeug hervor, da es die Visualisierung von Daten in kürzester Zeit und zu geringen Kosten unter Verwendung weit verbreiteter Programme (z.B. Microsoft Excel) ermöglicht und damit das Risiko einer Fehlinterpretation von Daten verringert.

1. Sammlung von Daten
Die zu analysierenden Daten werden gesammelt. Die Daten müssen numerisch sein und eine bestimmte Verteilung oder Häufigkeit aufweisen.
2. Klasseneinteilung
Die Daten werden in Klassen oder Gruppen eingeteilt. Bestimmen Sie die Anzahl und Größe der Klassen, um die Daten besser darstellen und Muster erkennen zu können.
3. Bestimmung von Häufigkeiten
Die Häufigkeit jeder Datenklasse im Datensatz wird gezählt, um die Häufigkeit jeder Klasse zu bestimmen.
4. Zeichnung der X- und Y-Achse

Seite 73 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

Eine X-Achse für die Klassen und eine Y-Achse für die Häufigkeiten zeichnen. Die Klassen werden auf der X-Achse und die entsprechenden Häufigkeiten auf der Y-Achse aufgetragen.

5. Zeichnung der Säulen
Für jede Klasse wird eine Säule auf der X-Achse gezeichnet, deren Höhe der Häufigkeit auf der Y-Achse entspricht.
6. Beschriftung der Achsen
Benennen der X- und Y-Achse und Hinzufügen einer Überschrift für das Histogramm, um die Daten eindeutig zu identifizieren.
7. Analyse der Verteilung
Das Histogramm wird interpretiert, um Muster, Trends oder die Verteilung der Daten zu erkennen.
8. Schlussfolgerungen ziehen
Das Histogramm wird verwendet, um auf der Grundlage von Mustern oder Trends in den Daten Schlussfolgerungen zu ziehen oder Entscheidungen zu treffen.

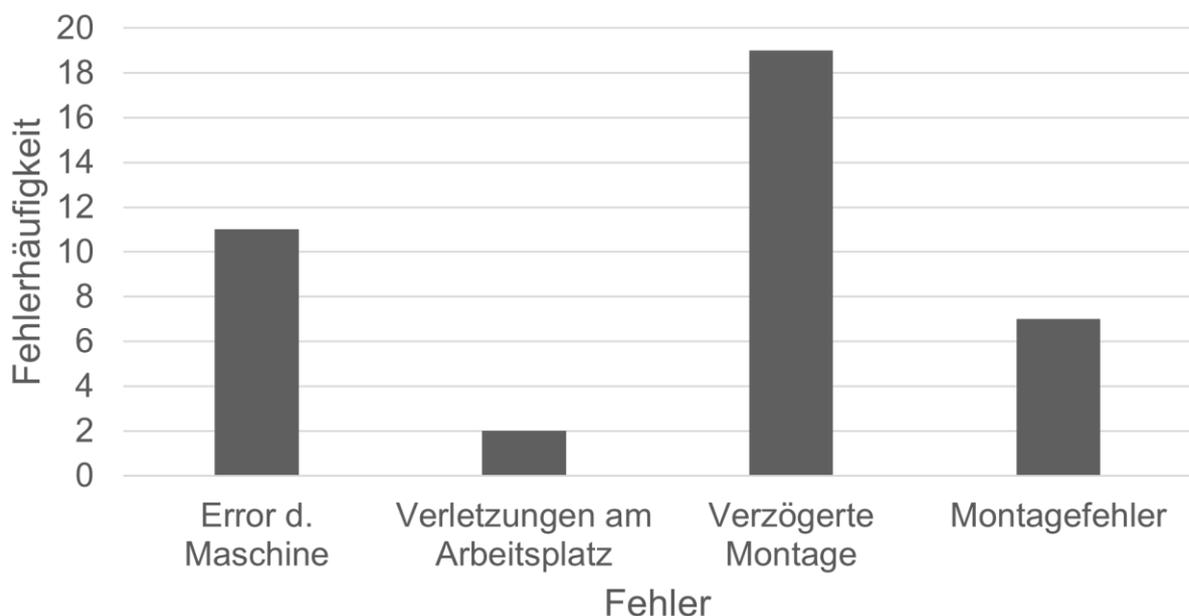


Abbildung 35: Histogramm (Based on the Error Collection List in Figure 5)

5.3.12 Interviews

Ziel	Sammlung widersprüchlicher oder sich überschneidender Ansichten zu einem bestimmten Thema
Kategorie	Impulse für weitere Denkmuster
Zeit	Niedrig - hoch, hängt vom Umfang ab
Aufwand	Niedrig - hoch, hängt vom Umfang ab

Ein Experteninterview kann wichtige Impulse für weitere Denkanstöße liefern und sollte in Verbindung mit Befragungen eingesetzt werden [31]. Zudem lassen sich mit dieser Methode Informationen einfach, zuverlässig und schnell erheben [42]. Um eine möglichst breite Perspektive zu erhalten, sollten nicht nur interne, sondern auch externe Experten interviewt werden [31]. Das Interview kann auf unterschiedliche Art und Weise durchgeführt werden (z.B. in Form eines strukturierten Interviews) [31]. Entscheidend für den Zeitaufwand dieser Methode ist der Umfang des Interviews. Der Input wird von den Experten geliefert und der Output ist eine Sammlung von widersprüchlichen oder sich überschneidenden Perspektiven zu einem bestimmten Thema.

1. Vorbereitung
 Das Ziel des Interviews definieren und Fragen entwickeln, die helfen, die gewünschten Informationen zu erhalten. Rahmen und Teilnehmer des Interviews festlegen.
2. Kontaktaufnahme und Vereinbarung
 Kontaktieren von Interviewpartnern und Ort, Zeit und Format des Interviews vereinbaren. Sicherstellen, dass die Teilnehmer über den Zweck und Ablauf des Interviews informiert sind.
3. Aufbau einer Vertrauensbasis
 Das Interview mit einer Begrüßung beginnen, den Zweck des Interviews erläutern und die Vertraulichkeit der Informationen betonen. Schaffung eines angenehmen Umfelds.
4. Fragen stellen
 Die vorbereiteten Fragen sind klar und verständlich zu stellen. Den Interviewpartnern genügend Zeit geben, um ausführlich zu antworten, und Nachfragen ermöglichen.
5. Aktives Zuhören
 Aufmerksam zuhören, Interesse zeigen und die Teilnehmer ermutigen, offen zu antworten. Notieren wichtiger Punkte oder das Gespräch für eine spätere Auswertung aufzeichnen.
6. Flexibilität und Anpassung
 Anpassung an die Antworten und den Gesprächsverlauf. Flexibilität bei der Behandlung neuer Themen, die sich während des Interviews ergeben.
7. Abschluss des Interviews
 Das Interview wird mit einem Dank an die Teilnehmer für ihre Zeit und ihre Beiträge beendet. Sicherstellen, dass alle Fragen beantwortet wurden und klären, ob es noch offene Punkte gibt.
8. Nachbereitung
 Die aufgezeichneten Informationen werden überprüft und gegebenenfalls durch zusätzliche Notizen ergänzt. Die erhaltenen Informationen werden ausgewertet und für die Analyse aufbereitet.

5.3.13 Kanban Boards

Ziel	Visualisierung und Begrenzung von Arbeitsabläufen
Kategorie	Soll-Ist-Vergleich; Koordinierung und Kommunikation der Struktur
Zeit	Niedrig
Aufwand	Niedrig
Vorlage	Miro Link Kanban Vorlage

Kanban Boards sind eine etablierte Methode in agilen Teams zur Planung und Organisation von Aufgaben und Ressourcen [43](Sommerhoff und Wolter '19: 81). Das Kanban Board kann als ein Whiteboard beschrieben werden, das den Arbeitsablauf in Teams nach einem vorgegebenen strukturellen Rahmen visualisiert [29]. Darüber hinaus können Kanban Boards digital erstellt werden und somit auch von räumlich getrennten agilen Projektteams genutzt werden [44]. In seiner einfachsten Form besteht das Kanban Board aus drei Spalten: *Backlog* (oder *Waiting*), *In progress* und *Completed* [45,43]. Abbildung 36 zeigt ein Kanban Board in der einfachsten Form. In der ersten Spalte stehen alle geplanten, aber noch nicht begonnenen Aufgaben, in der zweiten Spalte die bereits aktiven Aufgaben [43]. So erkennt jedes Teammitglied, welche Aufgaben erledigt sind und welche noch anstehen [29]. Die Visualisierung und Kategorisierung der Arbeit lässt Rückschlüsse auf die Effizienz der Arbeit zu [29]. Zusätzlich können in der Kanbantafel weitere Phasen definiert werden, wenn das Team dies für notwendig erachtet, um einen guten Überblick über die Arbeit und die aktuelle Situation zu erhalten [45]. Darüber hinaus wird die Kanban Tafel in Projekten eingesetzt, da Arbeitsabläufe im Team visualisiert und der Arbeitsfortschritt sowie zeitkritische Phasen transparent dargestellt werden [46]. Neben der Visualisierung eignet sich die Kanban Tafel auch dazu, Limits in den einzelnen Abschnitten zu setzen, um die Ressourcen zu kontrollieren [46,45]. Außerdem werden die Grenzen der Anzahl der Arbeitspakete pro Phase visualisiert, so dass transparent wird, in welcher Phase sich die Arbeit staut [46]. Weitere Informationen, wie der Name der für eine Aufgabe verantwortlichen Person und die für jede Phase aufgewendete Zeit, können auf dem Kanban-Board festgehalten werden [45]. Anschließend können die Daten des Kanban-Boards analysiert und mögliche Schwachstellen verbessert werden [45]. Die Aufgaben des agilen Teams sind der Input für das Kanban-Board, während die Visualisierung und Restriktion des Workflows den Output darstellen.

1. Vorbereitung des Board

Vorbereiten eines Whiteboards, einer Tafel oder einer digitalen Plattform. Unterteilen der Tafel in Spalten für die verschiedenen Phasen oder Status Ihrer Aufgaben, z.B. *To Do*, *In Bearbeitung* und *Erledigt*.

2. Erstellung von Karten oder Tickets
Für jede zu erledigende Aufgabe werden Karten oder Tickets erstellt. Die Karten sollten klare und präzise Informationen wie Titel, Beschreibung und Verantwortlichkeiten enthalten.
3. Platzierung der Aufgaben auf dem Board
Jede Aufgabenkarte wird entsprechend ihrem aktuellen Status in die entsprechende Spalte der Pinnwand gelegt. Neue Aufgaben kommen in die Spalte *To Do*, bereits begonnene Aufgaben in die Spalte *In Bearbeitung* und abgeschlossene Aufgaben in die Spalte *Erledigt*.
4. Visualisierung und Fortschritt verfolgen
Die Tafel wird verwendet, um den aktuellen Stand der Aufgaben zu visualisieren. Durch Verschieben einer Karte von einer Spalte in die andere kann der Fortschritt der Aufgabe verfolgt werden.
5. Arbeitslimit festlegen
Die Anzahl der Aufgaben pro Spalte kann begrenzt werden, um Engpässe zu vermeiden und den Arbeitsfluss zu regulieren.
6. Tägliche Stand-ups
Das Kanban-Board wird in täglichen Besprechungen genutzt, um den Fortschritt des Teams zu diskutieren, Herausforderungen zu identifizieren und Anpassungen vorzunehmen.
7. Kontinuierliche Verbesserung
Das Board und die Prozesse werden regelmäßig analysiert, um Verbesserungsmöglichkeiten zu identifizieren. Das Board wird angepasst, um den Arbeitsablauf effizienter zu gestalten.
8. Zusammenarbeit und Kommunikation
Das Forum wird als gemeinsame Plattform für die Teammitglieder genutzt, um Aufgaben, Fortschritte und Herausforderungen auszutauschen und zu kommunizieren.

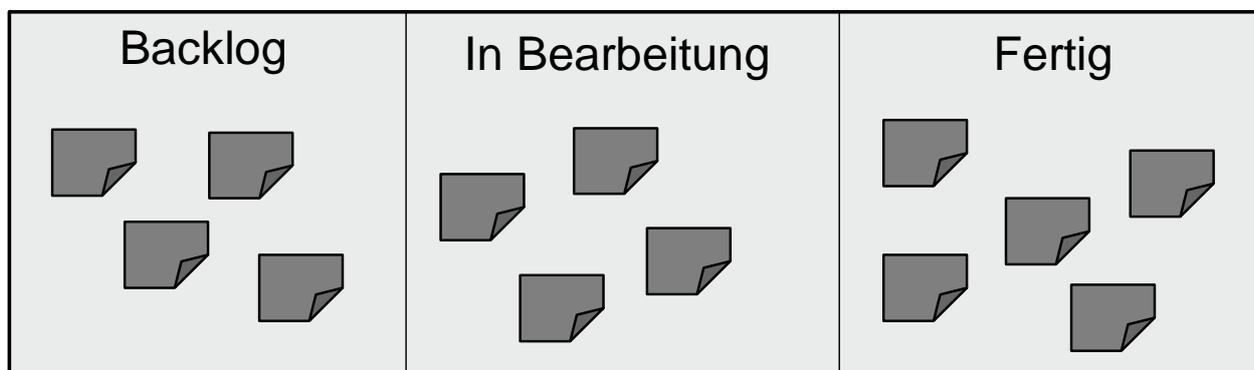


Abbildung 36: Kanban Boards

5.3.14 Konsens

Ziel	Entscheidungsfindung über Abstimmung
Kategorie	Zielsetzung und Aktionspläne
Zeit	Niedrig bis mittel
Aufwand	Niedrig

Der Konsens ist ein Entscheidungsverfahren, das wir alle kennen und das wir ohne nachzudenken anwenden können. Auch wenn es nicht das optimale Entscheidungsverfahren ist, wird es häufig verwendet, weil es jeder kennt und nicht erklärt werden muss [47]. Es wird sehr häufig in Teams verwendet, in denen das Vertrauen begrenzt ist. Aus der Sicht jedes Teammitglieds wird eine Entscheidung nur dann getroffen, wenn es mit der Lösung einverstanden ist. Niemand sollte also darauf vertrauen, dass die anderen Teammitglieder ohne ihn/sie zu einer guten Entscheidung kommen.

Typischerweise wird der Konsens in einer unregelmäßigen Diskussion ermittelt. Die folgenden Schritte sind eine mögliche Vorgehensweise [47]:

1. Frist setzen
 Festsetzung einer Frist für die Konsensfindung und Festlegung, was geschieht, wenn kein Konsens erzielt wird: Bleibt alles beim Alten?
2. Problemstellung
 Definieren des zu betrachtenden Problems.
3. Lösungsfindung
 Sammlung möglicher Optionen (z. B. durch Brainstorming) und Bildung von Gruppen mit ähnlichen Ideen.
4. 1. Abstimmung
 Durch eine unverbindliche Abstimmung werden die Ansichten und oft auch die Emotionen der Teammitglieder deutlich.
5. Diskussion
 Jeder spricht sich nacheinander für eine Option aus.
6. 2. Abstimmung
 Eine weitere unverbindliche Abstimmung zeigt, wie weit ein Konsens noch entfernt ist.
7. Kompromiss finden
 Wenn sich eine mögliche Lösung abzeichnet, könnte es mit den noch fehlenden Befürwortern aushandeln werden, unter welchen Bedingungen sie die Option akzeptieren.
8. Iteration
 Wiederholung ab Schritt 5, bis alle einer Option zugestimmt haben.

Für den Erfolg des Verfahrens ist es wichtig, dass die Teilnehmer das Verfahren gut verstehen [47].

5.3.15 Meta-Kommunikation

Ziel	Reflexion und Bewertung
Kategorie	Reflexion
Zeit	Niedrig-mittel
Aufwand	Hoch

Metakommunikation ist eine Methode, um die Verständigung im Team durch Reflexion zu verbessern. Sie sollte nach Workshops, Besprechungen, Zyklen oder Projekten eingeplant werden [29]. Um die Entwicklung durch Reflexion voranzutreiben, wird bei der Metakommunikation die Metaebene für die Reflexion genutzt [29]. Auf diese Weise können vorangegangene Diskussionen, Workshops, Iterationszyklen oder andere Maßnahmen aus einer breiteren Perspektive betrachtet werden [29]. In der Folge kann die Kommunikation analysiert und vorhandene Emotionen können gesteuert werden [29]. Metakommunikation ist somit unerlässlich, um das Team zu evaluieren, zu optimieren und weiterzuentwickeln [48].

In der Anwendung kann es hilfreich sein, zunächst einen Moderator zu benennen, um einen besseren Fluss der Metakommunikation zu unterstützen und sicherzustellen, dass jeder Teilnehmer der Sicht von oben folgen kann. Die Metakommunikation sollte so oft wie möglich durchgeführt werden, da alle von dieser Methode profitieren. Vorgefertigte Fragen können den Prozess vereinfachen und beschleunigen. Genutzt werden können z.B. Sätze wie: "Unser Gespräch hat mir den Eindruck vermittelt, dass ..." als Beispiel, die von den Teilnehmenden ergänzt werden sollen. Der Input kommt also von den Teilnehmern.[29]

1. **Bewusstsein für Kommunikationsebene**
 Erkennen, dass Kommunikation auf verschiedenen Ebenen stattfindet: auf der eigentlichen Inhaltsebene und auf der Metaebene, die den Kommunikationsprozess selbst betrifft.
2. **Identifikation des Bedürfnisses nach Meta-Kommunikation**
 Erkennen von Situationen, in denen eine Klärung des Kommunikationsprozesses notwendig ist, sei es aufgrund von Missverständnissen, unklaren Erwartungen oder zur Verbesserung der Zusammenarbeit.
3. **Kommunikation des Zwecks der Meta-Ebene**
 Klare und offene Vereinbarung, dass es wichtig ist, die Art und Weise der Kommunikation zu besprechen, um sicherzustellen, dass alle Beteiligten das gleiche Verständnis haben und um Missverständnisse zu vermeiden.
4. **Bestätigung des Verständnisses aller Beteiligten**
 Sicherstellen, dass alle dasselbe Verständnis von der Metaebene und dem Ziel der Kommunikation haben. Unklarheiten klären und sicherstellen, dass alle auf dem gleichen Stand sind.

Seite 79 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

5. **Verwendung von Beispielen zur Veranschaulichung**
Nutzung konkreter Beispiele, um den Mehrwert der Metaebene zu verdeutlichen, insbesondere im Hinblick auf spezifische Kommunikationsprobleme, die durch Klarheit und Offenheit gelöst werden können.
6. **Klärung der Erwartung an die Kommunikation**
Diskussion über die Erwartungen aller Beteiligten an den Kommunikationsprozess. Dies könnte die Art und Weise betreffen, wie Informationen ausgetauscht, Entscheidungen getroffen oder Konflikte gelöst werden.
7. **Einbeziehung von Feedback und Anpassung**
Raum für Feedback zur Kommunikation geben. Berücksichtigung der Rückmeldungen und ggf. Anpassung der Kommunikation, um sie effektiver und klarer zu gestalten.
8. **Respekt unterschiedlicher Kommunikationsstile**
Anerkennen, dass Menschen unterschiedliche Kommunikationsstile und -bedürfnisse haben. Respektieren dieser Unterschiede und versuchen, eine gemeinsame Basis zu finden, die für alle akzeptabel ist.

5.3.16 Methode 6-3-5

Ziel	Aktionsplan, Lösungsansatz
Kategorie	Kreative Lösungsansätze
Zeit	Niedrig-mittel
Aufwand	Hoch

Die 6-3-5-Methode zielt darauf ab, Lösungsansätze für Probleme zu entwickeln [32]. Ähnlich wie beim Brainstorming wird bei dieser Methode versucht, durch gegenseitige Anregung der Teilnehmer einzigartige Problemlösungen zu entdecken [32]. Bei dieser Methode findet kein direkter und gleichzeitiger Austausch von Ideen statt, sondern eine sukzessive Erweiterung [31]. Jeder der sechs Teilnehmer entwickelt drei Ideen und tauscht diese fünfmal aus [31]. Die 6-3-5-Methode ist daher nach ihrem Ablauf benannt.

Zunächst erhält jeder Teilnehmer ein Arbeitsblatt mit fünf Zeilen und drei Spalten, dann wird das Problem vorgestellt [32]. Im zweiten Schritt gibt ein ernannter Moderator ein Zeitlimit vor (z.B. drei bis fünf Minuten), bevor jeder Teilnehmer drei Ideen hat und diese auf seinem Blatt notiert. Anschließend wird das Blatt jedes Teilnehmers im Uhrzeigersinn an die nächste Person weitergegeben, die es weiterentwickelt und ergänzt, so dass am Ende 108 (= 6 Teilnehmer x 3 Ideen x 6 Ergänzungen) Ideen vorliegen. Der Output dieser Methode ist eher qualitativ und die Ergebnisse basieren auf dem Wissen und der Kreativität der Teilnehmer, ohne Daten als Input, sondern eher auf der Meinung von Spezialisten. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die 6-3-5 Methode einfach durchzuführen ist und in kurzer Zeit viele Ideen generieren kann. Durch die Anonymität der Ideen ist es zudem wahrscheinlicher, dass die Teilnehmer kritische Ideen kommunizieren und sich nicht der Meinung der gesamten Gruppe anpassen. Auf der anderen Seite kann mangelnde Kommunikation die Kreativität hemmen. Außerdem hängt die Qualität der Ergebnisse von der Kompetenz, der Kreativität und dem Enthusiasmus der Teilnehmer ab und es ist nicht auszuschließen, dass ähnliche Ideen mehrfach dokumentiert werden.[31]

1. Gruppenzusammenstellung
Zusammenstellung einer Gruppe von sechs Teilnehmenden, idealerweise mit unterschiedlichen Hintergründen und Perspektiven, um eine Vielfalt an Ideen zu fördern.
2. Materialien vorbereiten
Bereitstellung von genügend Schreibmaterialien wie Papier und Stifte. Sicherstellung, dass genug Platz für das Schreiben und Festhalten der Ideen vorhanden ist.
3. Erklärung der Methode
Erklärung der 6-3-5 Methode sowie den Ablauf: Jede Person schreibt innerhalb von fünf Minuten drei Ideen zu einem gegebenen Thema oder Problem auf das bereitgestellte Papier.
4. Festlegung des Themas oder Problems

Definition des Themas oder des Problems, zu dem Ideen generiert werden sollen. Dies können eine Fragestellung, ein Projekt oder ein bestimmtes Thema sein, welches kreative Ideen erfordert.

5. Schriftliches Festhalten der Ideen

Start des Timers für fünf Minuten für jeden Teilnehmenden, um drei Ideen zu dem Thema schriftlich festzuhalten. Die Ideen sollten kurz und prägnant aufgeschrieben werden.

6. Rotationswechsel

Nach Ablauf der fünf Minuten gibt jeder Teilnehmer sein Blatt an die Person zur Rechten weiter. Auf dem neuen Blatt setzt jeder Teilnehmer auf den Ideen seiner Vorgänger auf und ergänzt weitere drei Ideen innerhalb von fünf Minuten.

7. Fortsetzung der Rotation

Die Blätter werden weiterhin im Uhrzeigersinn weitergegeben, und jeder Teilnehmer fügt seinem neuen Blatt drei zusätzliche Ideen hinzu, basierend auf den Ideen der vorherigen Person.

8. Wiederholung des Prozesses

Wiederholung dieser Rotation, bis jeder Teilnehmer das Blatt erhalten hat, das er zu Beginn erstellt hat. Es entstehen insgesamt 108 Ideen (6 Personen * 3 Ideen * 6 Runden).

9. Ideensammlung und Diskussion

Nach Abschluss des Prozesses sammelt der Moderator oder die Gruppe alle Ideen. Anschließend können die Ideen gemeinsam besprochen, bewertet und ausgewählt werden.

5.3.17 Objectives and Key Results (OKR)

Ziel	Definieren von Schlüsselergebnissen zur Zielerreichung
Kategorie	Zielsetzung und Aktionspläne
Zeit	Mittel
Aufwand	Hoch

OKR ist ein Ansatz für das Management von Zielen und Schlüsselergebnissen. Diese Methode definiert eine messbare, umsetzbare und transparente Methode, um Ziele und Ergebnisse für Teams oder Unternehmen zu definieren und zu verfolgen. Jedes Ziel hat klare Schlüsselergebnisse, um den Fortschritt und die Ergebnisse zu messen.

Die Umsetzung erfolgt in der Regel in folgenden Schritten: 1. Zielsetzung 2: Diese Schlüsselergebnisse sollten messbar, mit dem Ziel verknüpft und mit klaren Fristen versehen sein. 3. Festlegung der Gewichtungen: Festlegung der relativen Bedeutung und Priorität von Zielen und Schlüsselergebnissen, um sicherzustellen, dass alle Ziele angemessene Aufmerksamkeit und Ressourcen erhalten. 4. Regelmäßige Überprüfung: Überprüfung des Fortschritts und der Ergebnisse von Zielen und Schlüsselergebnissen sowie Anpassung und Feedback, um sicherzustellen, dass Teams oder Organisationen fokussiert, flexibel und effektiv bleiben. OKR erfordert häufig Transparenz, abteilungsübergreifende Zusammenarbeit und Teamarbeit, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Diese Methode erfordert auch die aktive Beteiligung und Unterstützung des Managements, um sicherzustellen, dass sie richtig umgesetzt und an die Bedürfnisse angepasst wird.

1. Bestimmung des Fokus
 Festlegung des Themas oder Bereichs, auf den sich die Untersuchung konzentrieren soll.
2. Betonen von positiven Erfahrungen
 Positive Erfahrungen, Erfolge und Stärken in Bezug auf das Thema sammeln und hervorheben.
3. Erkundung und Interviews
 Durchführung von Interviews oder Workshops, um die positiven Aspekte zu erkunden und Geschichten über erfolgreiche Momente zu sammeln.
4. Analyse der Ergebnisse
 Analyse der gesammelten Informationen und Identifizierung gemeinsamer Muster oder Themen, die zum Erfolg beigetragen haben.
5. Vision und Zukunftsentwicklung
 Entwicklung einer Zukunftsvision auf der Grundlage der ermittelten Stärken und positiven Elemente.

5.3.18 Pareto Diagramm

Ziel	Visualisierung und Analyse der erfassten Daten
Kategorie	Risikoanalyse und Visualisierung
Zeit	Niedrig
Aufwand	Niedrig

Ein Pareto-Diagramm ist ein Balkendiagramm zur grafischen Darstellung der Hauptursachen von Problemen, geordnet nach der Bedeutung ihrer Auswirkungen [33]. Auf der horizontalen Achse werden die Kategorien auf einer kontinuierlichen Skala dargestellt [34]. Die Kategorien können auch Probleme, Fehler oder Fehlerquellen sein [34]. Die Höhe der Balken stellt die Anzahl oder den Prozentsatz der Fehler in den Kategorien dar [34]. Die Balken sind vom höchsten zum niedrigsten Wert sortiert, um anzuzeigen, welche Kategorie den größten Einfluss hat. [34]. Ein Beispiel für ein Pareto-Diagramm (basierend auf der Fehlersammelliste in Abbildung 34) ist in Abbildung 37 dargestellt.

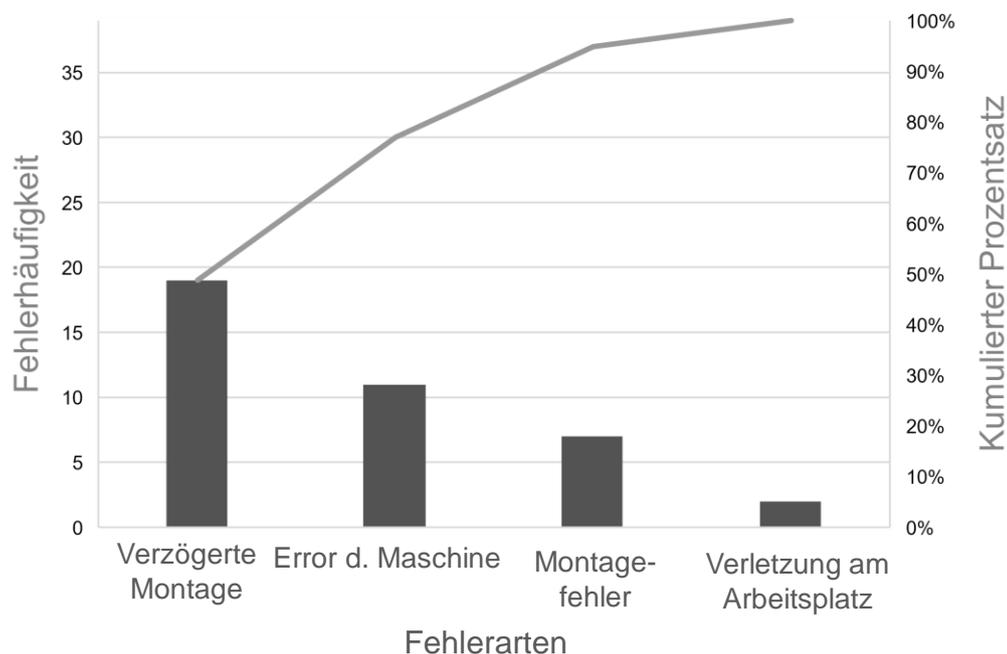


Abbildung 37: Pareto Chart (Based on the Error Collection List in Figure 5)

Ein Pareto-Diagramm dient als Entscheidungshilfe, da es hilft, die unübersichtliche Anzahl von Problemen zu priorisieren und eine strukturierte Ordnung zu schaffen [33]. Das Pareto-Diagramm basiert auf einem von Vilfredo Pareto beobachteten Prinzip, wonach 80 % der Wirkungen aus nur

Seite 84 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

20 % der Ursachen resultieren [39]. Ein Pareto-Diagramm benötigt Daten über die Fehlerkategorien als Input [34]. Außerdem ist eine Fehlersammelliste eine optimale Grundlage für die Erstellung eines Pareto-Diagramms, da sie die gewünschten Eingangsdaten liefert [39]. Treten Probleme oder Fehler selten auf, können sie in eine Kategorie *Sonstiges* eingeordnet werden, bevor sie nach Häufigkeit oder Wichtigkeit sortiert werden [34].

Um Verzerrungen zu vermeiden, wird die vertikale Achse in Abschnitte unterteilt und ist so hoch wie die Gesamtzahl der beobachteten Fehler [34]. Optional kann die kumulative prozentuale Reihe durch Einfügen einer weiteren vertikalen Achse auf der rechten Seite dargestellt werden (wie in Abbildung 37), bevor die Ergebnisse interpretiert werden [34]. In diesem Beispiel-Pareto-Diagramm (Abbildung 37) machen verspätete Baugruppen den größten Anteil der Fehler aus, gefolgt von Maschinenfehlern. Sie machen fast 80 % der Fehler aus und müssen daher im Fehlerbeseitigungsprozess vorrangig behandelt werden. Da die häufigsten Probleme nicht unbedingt die größten Auswirkungen haben müssen, können statt der Fehleranzahl auch die verursachten Kosten oder die Auswirkungen auf die Kundenzufriedenheit als Bewertungsgröße gewählt werden [39]. Das Pareto-Diagramm kann mit geringem Aufwand durch eine Standardsoftware, die die Ergebnisse berechnet und anzeigt, effizient erstellt werden [39]. Dieser geringe Aufwand führt zu einer vorteilhaften Darstellung und Analyse der auftretenden Fehler [39].

1. Datensammlung
 Sammlung relevanter Daten zu einem bestimmten Problem oder Prozess.
2. Datenanalyse
 Reihenfolge der Daten nach Häufigkeit oder Einfluss ordnen.
3. Diagrammerstellung
 Erstellen eines Balkendiagramms mit den Daten in absteigender Reihenfolge.
4. Anwendung des Pareto-Prinzips
 Identifizierung der Hauptursachen oder Problemquellen, die den größten Einfluss und die größte Auswirkung auf das Problem haben.

5.3.19 Personas

Ziel	Anforderungsanalyse; Aktionspläne
Kategorie	Zielsetzung und Aktionspläne
Zeit	Mittel
Aufwand	Mittel

Diese Methode konkretisiert die Nutzer eines Systems und macht sie damit für die Projektbeteiligten greifbarer. Ausgehend von den Bedürfnissen der Nutzer können optimale Lösungen und Produkte angeboten werden. Personas haben den Vorteil, dass Zielgruppen nicht zu stark gemittelt werden und keine umfangreichen und komplexen Daten aus der Nutzerforschung benötigt werden. Sie unterstützen auch die domänenübergreifende Kommunikation (d.h. die Kommunikation zwischen Entwicklern und Designern). Da diese Methode hilft, sich in die Nutzer hineinzuversetzen, wird sie häufig in Design Thinking Teams eingesetzt. Das Team sollte möglichst divers zusammengesetzt sein, um von vielen Perspektiven und Erfahrungen zu profitieren, die in die Personas einfließen. Der Detaillierungsgrad einer Persona kann frei gewählt werden. [49,43]

Zunächst werden zwei bis drei relevante Typen ausgewählt, bevor Kleingruppen die Personas auf Plakaten oder Whiteboards näher beschreiben [43]. Bezogen auf die Fabrikplanung könnten die relevanten Typen z.B. einen Monteur oder Logistiker beschreiben, aus denen Anforderungen abgeleitet werden, um sie im Fabrikplanungsprozess zu berücksichtigen. Die Personen erhalten fiktive Namen und Daten (z.B. Alter) und stellen keine bekannte Person dar [43]. Allerdings sinkt der Anteil der repräsentierten Nutzer mit dem Grad der Genauigkeit [49]. Ziel ist es, die Anforderungen, Sorgen und Ängste dieser Person zu eruieren und daraus allgemein gültige und spezifische Bedürfnisse abzuleiten, die die Grundlage für Lösungsvorschläge bilden [43]. Der Input wird von den Teilnehmern geliefert und der Output dieser Methode besteht aus völlig fiktiven Charakteren, die im besten Fall wiederverwendet werden können und repräsentativ für große Gruppen von Menschen sind.

1. **Forschung und Datenerfassung**
 Sammeln umfassender Daten über potenzielle Nutzer oder Kunden, einschließlich demografischer Daten, Verhaltensweisen und Bedürfnisse.
2. **Segmentierung**
 Einteilung der Nutzer in verschiedene Gruppen, basierend auf Gemeinsamkeiten in Bedürfnissen, Zielen oder Verhaltensweisen.
3. **Persona-Entwicklung**
 Erstellung von detaillierten, fiktiven Charakterprofilen, die die verschiedenen Benutzergruppen repräsentieren. Hinzufügen von Details wie Name, Alter, Vorlieben, Zielen und Herausforderungen.

5.3.20 Prototyping

Ziel	Konkretisierung einer Idee; weitere Ansatzpunkte für eigene Lösungen; Feedback; eine geeignete Diskussionsgrundlage
Kategorie	Fehlervermeidung
Zeit	Mittel - hoch, abhängig vom Prototyp
Aufwand	Mittel - hoch, abhängig vom Prototyp

Prototypen ermöglichen es, komplexe Zusammenhänge in einem frühen Stadium präzise zu erkennen [38]. Sie werden in Design Thinking Teams eingesetzt, um Ideen zu testen und effizient weitere Ansatzpunkte für einzigartige Lösungen zu generieren [43]. Ein guter Prototyp muss repräsentativ für das zu lösende Problem und leicht zu testen sein [38]. Darüber hinaus führen Prototypen zu einer Konkretisierung der Idee und ermöglichen eine intensivere Interaktion mit umfangreicherem Feedback [43]. Darüber hinaus geben Prototypen den Nutzern eine Vorstellung und eine geeignete Diskussionsgrundlage [38]. Die Ideen zur Problemlösung werden mit geeigneten Materialien (z.B. Papier oder Ton) konstruiert, ohne das Ziel zu verfolgen, etwas voll Funktionsfähiges zu bauen [43]. Input sind die Ideen der Beteiligten, Output ist ein Prototyp, der als Diskussions- und Entscheidungsgrundlage für die weitere Planung dient. Im konkreten Kontext der Fabrikplanung könnten Layouts erstellt werden, um komplexe Zusammenhänge frühzeitig zu erkennen und ein besseres Feedback aus den beteiligten Bereichen (z.B. Logistik) zu erhalten.

1. Anforderungsanalyse
 Erfassung und Analyse der Anforderungen für das Produkt oder die Dienstleistung.
2. Design und Entwicklung
 Erstellen von vereinfachten Modellen, Skizzen oder Simulationen, die wichtige Funktionalitäten oder Gestaltungselemente darstellen.
3. Testen und Verbesserung
 Sammeln von Feedback von Nutzern oder Stakeholdern und Verbesserung des Prototyps auf der Grundlage des Feedbacks.

5.3.21 Retrospektive

Ziel	Reflektion von Projekten
Kategorie	Reflexion
Zeit	Niedrig bis hoch (je nach Umfang)
Aufwand	Mittel
Vorlage	Miro Vorlage Retrospektive

Retrospektiven sind moderierte Rückblicke auf das bisher Geschehene. So kann das gesamte Team aus Fehlern und Erfolgen lernen [48]. Ziel der Retrospektive ist es nicht, alle bestehenden Probleme anzusprechen, sondern sicherzustellen, dass das Team die kritischsten Probleme identifiziert, berichtet und löst [43]. Das Format (z.B. online oder im offenen Raum) und die Häufigkeit (z.B. wöchentlich oder monatlich) können variieren. In der Retrospektive werden die vergangenen Veranstaltungen überprüft und die gewonnenen Erfahrungen zur Verbesserung für die nächste Periode genutzt [50]. Retrospektive Meetings sollten nach Abschluss der Arbeit (z.B. nach Sprints) angesetzt werden. Der Output eines Meetings ist die Ableitung eines Aktionsplans, der im nächsten Zyklus umgesetzt werden soll [43]. Der Input hingegen wird von allen Teilnehmern eingebracht. Es wird empfohlen, ein Seestern-Diagramm mit Haftnotizen wie in Abbildung 38 zu verwenden, um die Vorschläge der Teilnehmer zu kategorisieren und ein gemeinsames

Seite 88 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

Verständnis zu schaffen. Darüber hinaus schlagen sie vor, die fünf Kategorien *Continue*, *Invent*, *Reduce*, *Intensify* und *Stop* zu verwenden, um den Aktionsplan zu definieren.

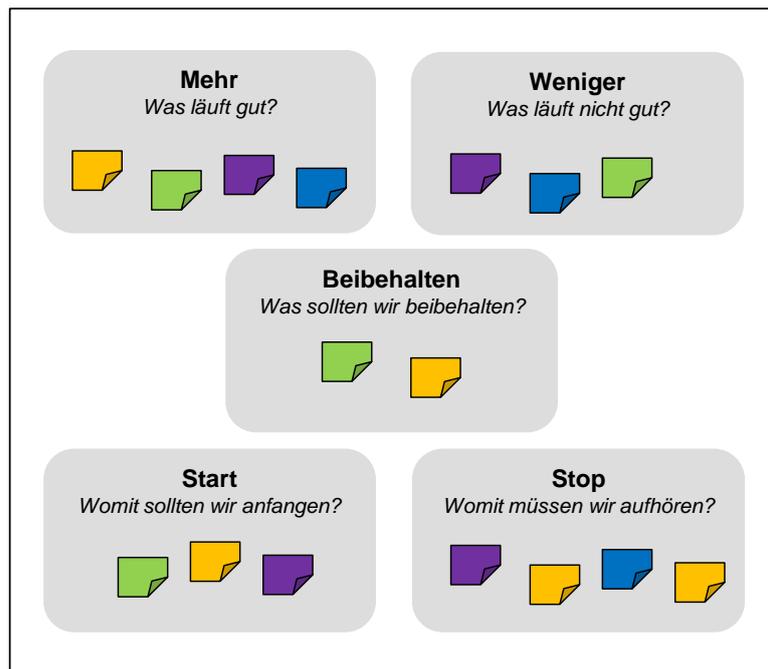


Abbildung 38: Vorlage für die Retrospektive mit Klebezetteln

Die Dauer der Sitzungen kann zwischen kurz (d.h. einige Minuten), mittel (d.h. einige Stunden) und lang (d.h. einen ganzen Tag) variieren. Um zu vermeiden, dass Retrospektiven mit der Zeit zu monoton werden, gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, sie spielerisch zu gestalten. Es ist zu beachten, dass diese Methode auf eine kleine Gruppe (d.h. 7-9 Personen) beschränkt ist, die sich auf ein gemeinsames Ziel geeinigt hat.

1. Teamtreffen
Versammlung des Teams nach Abschluss eines Projektes oder eines Arbeitszyklus.
2. Teilung der Erfahrungen
Offene Diskussionen über Erfolge, Herausforderungen und Probleme, die während des Projektes auftraten. Diese können im Diagramm mithilfe von Klebezetteln notiert und einer der fünf Kategorien zugeordnet werden.
3. Analyse und Bewertung
Reflexion darüber, was gut gelaufen ist und wo Verbesserungspotenzial besteht.
4. Aktionsplan
Entwicklung konkreter Maßnahmen und Schritte zur Verbesserung basierend auf den gesammelten Erkenntnissen.
5. Umsetzung und Anpassung
Umsetzung der vereinbarten Maßnahmen und Überprüfung in zukünftigen Retrospektiven.

5.3.22 Reverse Thinking

Ziel	Lösungsfindung vom gewünschten Ergebnis ausgehend
Kategorie	Problemlösung
Zeit	Niedrig
Aufwand	Niedrig

Reverse Thinking wird eingesetzt, um neue Impulse für Probleme oder Situationen zu generieren [32]. Darüber hinaus kann diese Methode zur Risikoidentifikation eingesetzt werden [31]. Dazu werden Aufgabestellungen umgekehrt, was ein höheres Maß an Kreativität ermöglicht um einzigartigen Ideen und Problemlösungen zu finden [32]. Die Umkehrung der Ausgangsfrage und -aufgabe kann als Provokation für die Teilnehmer beschrieben werden, die sie zu unerwarteten kreativen Ergebnissen anregt. Darüber hinaus erfordert die Methode des Reverse Thinking einen geringen Zeit- und Personalaufwand und ist somit eine einfache Methode. Außerdem benötigt diese Methode nur wenige historische Daten und empirische Daten können optional als Diskussionsgrundlage verwendet werden [31]. Der Input kommt von den Teilnehmern und der Output dieser Methode sind einzigartige Lösungen. Eine Beispielfrage könnte lauten: "Wie müsste eine Fabrik geplant werden, um zu scheitern?" Basierend auf dieser Frage werden Ideen und Lösungen gesammelt und bewertet. Die erarbeiteten Lösungen sollen dann ein zweites Mal umgedreht werden, um schließlich Lösungen für die eigentliche Aufgabe zu generieren [31].

1. Problembeschreibung
 Präzise Formulierung der Herausforderung oder des Problems, welches gelöst werden soll.
 Klare und konkrete Definition.
2. Umkehrung des Problems
 Betrachtung des Problems aus der entgegengesetzten oder umgekehrten Perspektive.
 Überlegungen zur gewünschten Lösung anstellen.
3. Generierung von Umkehr-Ideen
 Brainstorming-Prozess, um Ideen zu generieren, die aus der umgekehrten Situation entstehen könnten. Wie kann das Problem verschlimmert oder konträr gelöst werden?
4. Dokumentation der Ideen
 Alle generierten Ideen ohne Einschränkung oder Bewertung.
5. Analyse der umgekehrten Ideen
 Analyse der gesammelten umgekehrten Ideen und identifizieren potenzieller Ansätze oder Blickwinkel, die neue Perspektiven auf das Problem bieten könnten.
6. Transformation in positive Lösungsansätze
 Umwandlung von Ideen in positive, umsetzbare Lösungen. Anwendung auf das tatsächliche Problem, um innovative Lösungen zu generieren.
7. Auswahl vielversprechender Ansätze
 Identifizierung der vielversprechendsten Ideen aus der umgekehrten Perspektive, um diese weiterzuentwickeln.

5.3.23 Scrum

Ziel	Iterative Arbeitsweise zur agilen Entwicklung
Kategorie	Rahmenwerk
Zeit	Niedrig
Aufwand	Niedrig bis mittel

Scrum ist ein Framework, das für die agile Entwicklung eingesetzt wird. Es fördert eine iterative und inkrementelle Arbeitsweise, um komplexe Projekte effizient zu managen. Scrum umfasst Rollen, Ereignisse und Artefakte [51]. Das Scrum Framework besteht aus drei Artefakten: Das *Product Backlog* (die Liste aller Anforderungen an ein zu erstellendes Produkt), das *Sprint Backlog* (der Plan für die Durchführung eines Sprints) und das *Inkrement* (bei Scrum die nach einem Sprint vorliegende, gemäß der Definition of Done geprüfte und freigegebene Software). Es gibt drei wichtige Rollen: den Product Owner, den Scrum Master und das Entwicklungsteam. Der Product Owner ist für die Erstellung und Priorisierung des Product Backlogs verantwortlich, während der Scrum Master das Team bei der Umsetzung der Scrum-Methodik unterstützt. Das Entwicklungsteam ist für die Umsetzung der Backlog-Aufgaben verantwortlich und arbeitet eng mit dem Product Owner und dem Scrum Master zusammen. Scrum besteht aus 4 Events: *Sprint Planning* (um Prioritäten zu setzen), *Daily Scrums* (Meetings, die maximal 15 Minuten dauern), *Sprint Review* (am Ende des Sprints), *Sprint Retrospektive* (für Verbesserungen in der nächsten Iteration) [51].

1. Planung
Setzen von klaren Zielen und priorisierten Aufgaben für den nächsten Sprint.
2. Tägliche Stand-Up-Meetings
Kurze, tägliche Treffen, in denen die Teammitglieder ihren Fortschritt, Hindernisse und nächste Schritte teilen.
3. Sprint-Review und -Retrospektive
Analyse der abgeschlossenen Sprints, Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten.
4. Anpassung und Iteration
Nutzen des Feedbacks aus der Retrospektive, um den nächsten Sprint zu planen und den Prozess kontinuierlich zu verbessern.

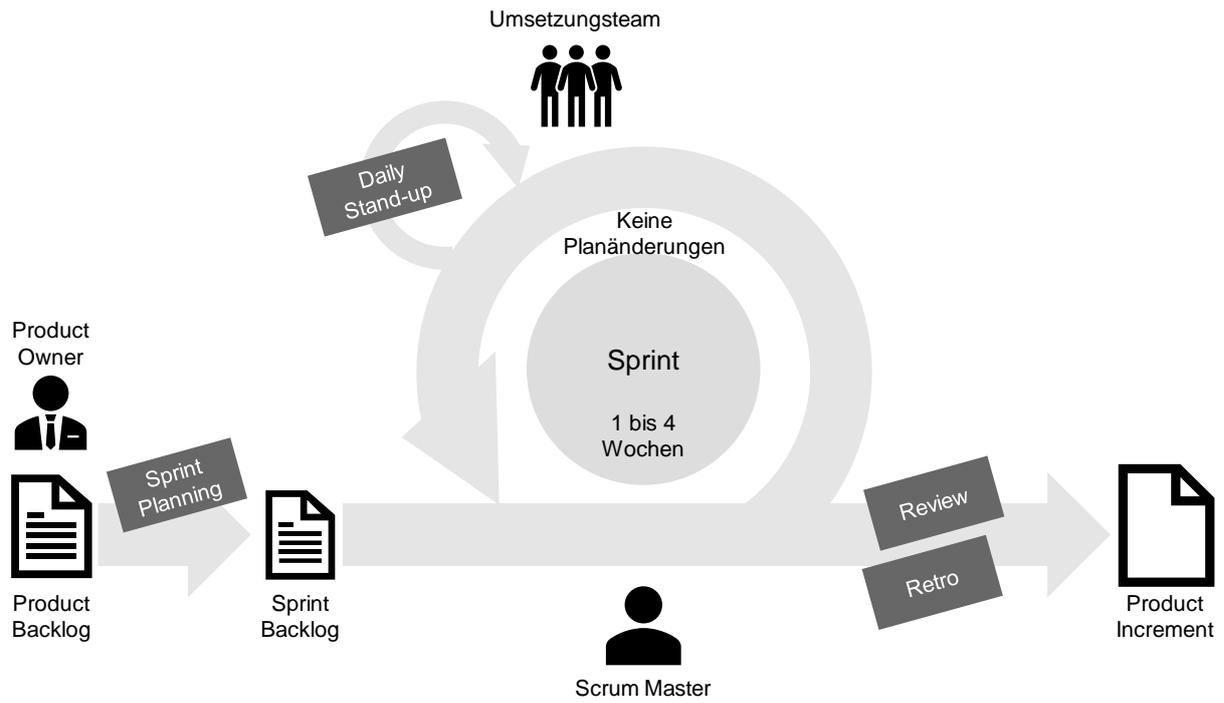


Abbildung 39: Scrum Rahmenwerk [51]

5.3.24 SMART Methode

Ziel	Klare Definition von Zielen
Kategorie	Zielsetzung
Zeit	Niedrig
Aufwand	Niedrig

Die SMART-Methode ist eine Methode zur Präzisierung von Zielen im Rahmen der Zielfestlegung. Die Abkürzung SMART steht für *Spezifisch, Messbar, Attraktiv, Realistisch* und *Terminiert*. Es geht darum, Ziele in verschiedene Zielwerte zu zerlegen. Dadurch soll das Ziel klarer definiert werden, um eine erfolgreiche Zielerreichung zu unterstützen. Inhaltlich werden folgende Punkte abgedeckt:

1. S – Spezifisch
 Ziele sollten so formuliert werden, dass alle Beteiligten genau wissen, warum etwas erreicht werden soll und was am Ende vorhanden sein soll.
2. M – Messbar
 Nur wenn die Ziele quantifiziert, d. h. messbar sind, kann durch einen Vergleich zwischen Zielen und der tatsächlichen Situation festgestellt werden, inwieweit Fortschritte erzielt wurden.
3. A – Attraktiv
 Ziele müssen attraktiv und wünschenswert sein. Wenn es Zielen an dieser Qualität mangelt, werden sie abgelehnt und ignoriert
4. R – Realistisch
 Ziele sollten zwar ehrgeizig sein, aber in dem Sinne realisierbar bleiben, dass sie unter den gegebenen Bedingungen erreicht werden können.
5. T – Terminiert
 Aus der Perspektive des Zeitpunkts der Zielfestlegung müssen sich die Ziele auf einen definierten Endpunkt beziehen, d. h. sie müssen immer ein klares Fälligkeitsdatum haben

Nach dem Zielvereinbarungsgespräch ist es wichtig, die Zielerreichung gemeinsam zu überprüfen. In regelmäßigen Feedback-Gesprächen sollten Führungskraft und Mitarbeiter/in den Ist- und Soll-Zustand vergleichen: Läuft alles nach Plan? Wenn nicht, gibt es Gründe, die der/die Mitarbeiter/in selbst zu verantworten hat? Wenn nein, sollte die Zielvereinbarung zu Gunsten des Mitarbeiters nachjustiert werden.

5.3.25 Stand-up Meetings

Ziel	Bessere Teamkoordination und -kommunikation
Kategorie	Koordinierung und Kommunikation der Struktur
Zeit	Niedrig: 15 min
Aufwand	Mittel

Zu den typischen agilen Methoden gehören Stand-up Meetings, die dazu dienen, alle Teammitglieder in häufigen, kurzen Treffen (z.B. 15 Minuten) über den aktuellen Stand zu informieren [46,45,29]. Dies ermöglicht es dem Team, seine Aktivitäten und Ziele eng aufeinander abzustimmen und jedem Mitglied transparent zu vermitteln [46]. Der Zeitrahmen von 15 Minuten ist bewusst kurz gehalten, um sich nur auf die wesentlichen Themen zu konzentrieren [46]. Um die Redezeit pro Person zu begrenzen, können Timer eingesetzt werden [43]. Genutzt werden können die folgenden drei Leitfragen, die die Teilnehmer während eines Stand-up Meetings beantworten sollten: "Was habe ich seit gestern erreicht?", "Was hindert mich daran, meine Arbeit zu erledigen?" und "Was werde ich heute tun?"[29]. Empfohlen sind Stand-up Meetings für Workshops und Gruppenarbeit zur Förderung der Kreativität [43]. Sie betonen, dass Stand-up Meetings kürzer und effizienter sind, weil alle beteiligt sind und es schwieriger ist, sich selbst und andere abzulenken. Sie empfehlen auch die Verwendung von Wänden oder Whiteboards, damit die Informationen für alle sichtbar sind. Zusätzlich können rote und grüne Klebepunkte oder Skalen von eins bis zehn verwendet werden, um Ideen zu bewerten [29]. Für eine umfassende Reflexion des Erreichten oder eine grundlegende Neuorientierung ist diese Methode jedoch nicht geeignet [46]. Der Input für diese Methode wird von allen Beteiligten geliefert, um die Aktivitäten und Ziele des Teams besser zu koordinieren.

1. Tägliche Treffen
Halten von kurzen, täglichen Besprechungen, idealerweise im Stehen, um die Aufmerksamkeit und die Effizienz zu steigern.
2. Fokus auf die Aktivität
Kurze Mitteilung des Fortschritts, der Hindernisse und der kommenden Aufgaben mit dem Team seit dem letzten Treffen.
3. Zeitlimit
Begrenzung der Dauer auf etwa 15 Minuten, um den Fokus auf das Wesentliche zu halten.

5.3.26 Timeboxing Methode

Ziel	Definieren fester Zeitfenster für Aufgaben
Kategorie	Reflexion
Zeit	Niedrig
Aufwand	Niedrig

Die Timeboxing-Methode definiert ein festes Zeitfenster für Aufgaben in agilen Projekten. Diese Methode wird in agilen Prozessen mit einem hohen Anteil an kreativer Arbeit eingesetzt [46]. Wenn sich das Zeitfenster schließt, ist der Prozess abgeschlossen, auch wenn noch nicht alle Inhalte bearbeitet wurden. Timeboxing zielt darauf ab, die Konzentration und den Fokus auf die Aufgaben zu verbessern, ohne das Ziel zu verfolgen, den gesamten Prozess zu beschleunigen [46]. Diese Methode wird eingesetzt, um Komplexität zu reduzieren [29]. Darüber hinaus hilft sie, genauer zu liefern und die Produktivität zu erhöhen. Bei wiederholter Anwendung und Überprüfung wird die Schätzung der benötigten Zeit genauer und es kommt zu weniger Verschiebungen. Das Team entscheidet über die absolut verfügbare Zeit, bevor Zeitfenster für die Bearbeitung der Projektaufgaben geplant werden. Timeboxing kann somit als eine Methode beschrieben werden, die Komplexität reduziert, Effektivität erhöht und Struktur schafft. Das Ergebnis dieser Methode, ein strukturierter Zeitrahmen für die Organisation von Aufgaben, kann auf Whiteboards visualisiert werden. [43]

1. Setzen von zeitlicher Begrenzung
 Definition klarer Zeitrahmen für bestimmte Aufgaben, Meetings oder Arbeitsabschnitte.
2. Fokus auf Priorität
 Konzentration auf die wesentlichen Aufgaben oder Ziele in der festgelegten Zeit.
3. Zeitmanagement
 Strikte Einhaltung der vorgegebenen Zeit, um den Fortschritt zu fördern und effizientes Arbeiten zu gewährleisten.

5.3.27 Turtle-Diagramm

Ziel	Beschreibung von Prozessen / Schnittstellen zwischen Prozessen
Kategorie	Visualisierung
Zeit	Mittel bis Hoch (je nach Prozessgröße)
Aufwand	Mittel bis Hoch

Mit Hilfe eines Schildkrötendiagramms kann ein Prozess, ein Prozessabschnitt oder ein Prozessschritt anhand verschiedener Merkmale beschrieben und charakterisiert werden. Die Informationen, die den Prozess beschreiben, werden in Form eines Schildkrötendiagramms visualisiert. Die Prozessanalyse ist ein wesentlicher Bestandteil des Qualitätsmanagements. Das Turtle Diagramm ist eine Möglichkeit, Prozesse und einzelne Prozessmerkmale für das Qualitätsmanagement zu visualisieren und zu analysieren. Dabei wird ein Prozessergebnis bzw. ein gewünschtes Ergebnis erzeugt: der Prozessoutput. Voraussetzung dafür ist, dass der Prozess einen Input erhält: den Prozessinput. Weitere Informationen werden durch die folgenden W-Fragen ergänzt:

- Womit: Ressourcen
- Wer/mit wem: Verantwortliche, Teilnehmer und Beteiligte.
- Wozu/Wofür: Ziele und Kennwerte
- Wie: Methoden, Vorgaben und Anweisungen
- Woher: Auslöser oder Prozesseingaben
- Wohin: Prozessergebnis.

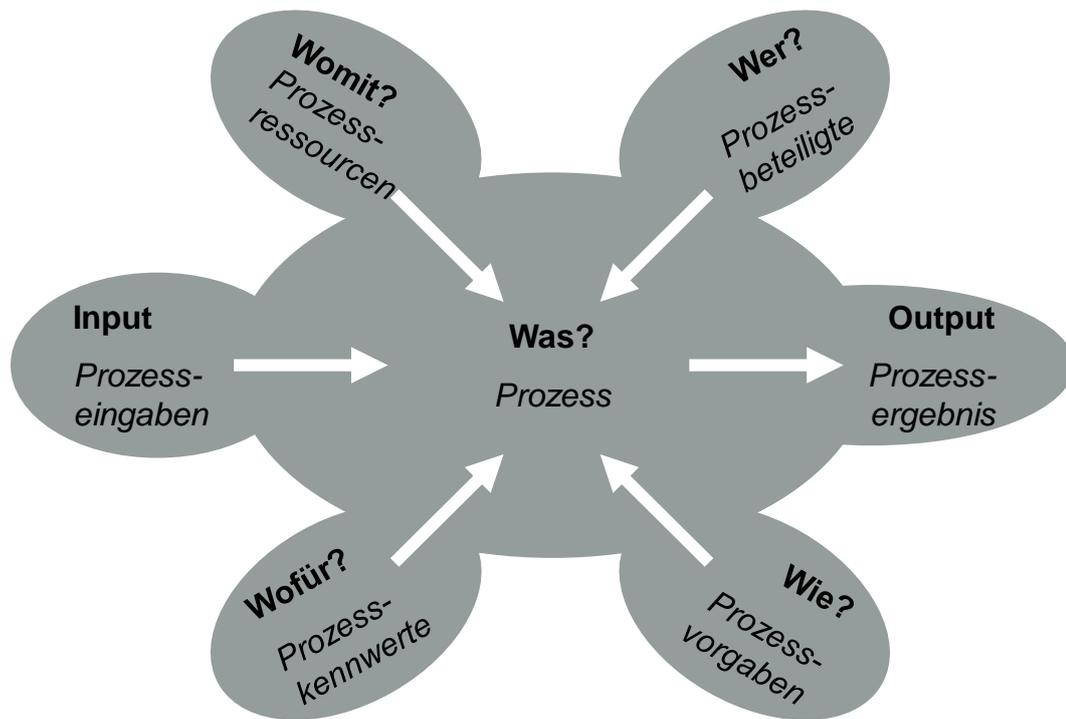


Abbildung 40: Vorlage des Turtle Diagramms zur Beschreibung des Prozesses

Vorgehen Turtle Diagramm:

1. Datensammlung
 Umfassende Sammlung von Daten zu einem spezifischen Thema oder Problem.
2. Strukturierung der Daten
 Hierarchische Anordnung der Daten, um die Zusammenhänge und Auswirkungen der verschiedenen Faktoren zu visualisieren.
3. Diagrammerstellung
 Erstellung eines Diagramms, das wie eine Schildkröte aussieht, wobei der Kern das zentrale Thema darstellt und die „Beine“ oder Ausläufer die verschiedenen Faktoren repräsentieren.
4. Visualisierung der Beziehungen
 Aufzeigen, wie die Faktoren miteinander verbunden sind und sich gegenseitig beeinflussen.

5.3.28 Ursache-Wirkungs-Diagramm (Ishikawa Diagramm)

Ziel	Diagramm mit organisierten Faktoren, die eine Variable beeinflussen / eine Wirkung auslösen
Kategorie	Risikoanalyse und -visualisierung
Zeit	Niedrig
Aufwand	Mittel
Vorlage	Miro Vorlage Ishikawa Diagramm

Ein Ursache-Wirkungs-Diagramm zeigt die Kausalität zwischen Ursachen und Wirkungen [31]. Darüber hinaus eignet sich das Ursache-Wirkungs-Diagramm besonders zur systematischen und vollständigen Identifikation der Ursachen eines Problems, zur Analyse und zur Strukturierung von Prozessen durch Visualisierung komplexerer Strukturen [32]. Die Ishikawa-Analyse sucht in einem strukturierten Vorgehen nach den Ursachen eines zuvor definierten Ereignisses [34,31]. Das Ergebnis zeigt mögliche Risiken übersichtlich und transparent auf [31]. Die Einteilung in vier Haupteinflüsse ist allgemein anerkannt. Diese sind *Mensch*, *Maschine*, *Material* und *Verfahren* [39,37]. Eine Erweiterung dieser vier Haupteinflüsse wird in der Literatur bereits auf sieben oder acht Einflüsse erweitert, die eine Hilfestellung bieten sollen, aber nicht zwingend sind [39]. Diese sind *Umwelt*, *Messung*, *Management* und *Geld* [39,32,41]. Es muss betont werden, dass ein Problem klar definiert sein muss [39]. Abbildung 41 zeigt ein Ishikawa Diagramm mit sieben Haupteinflüssen.

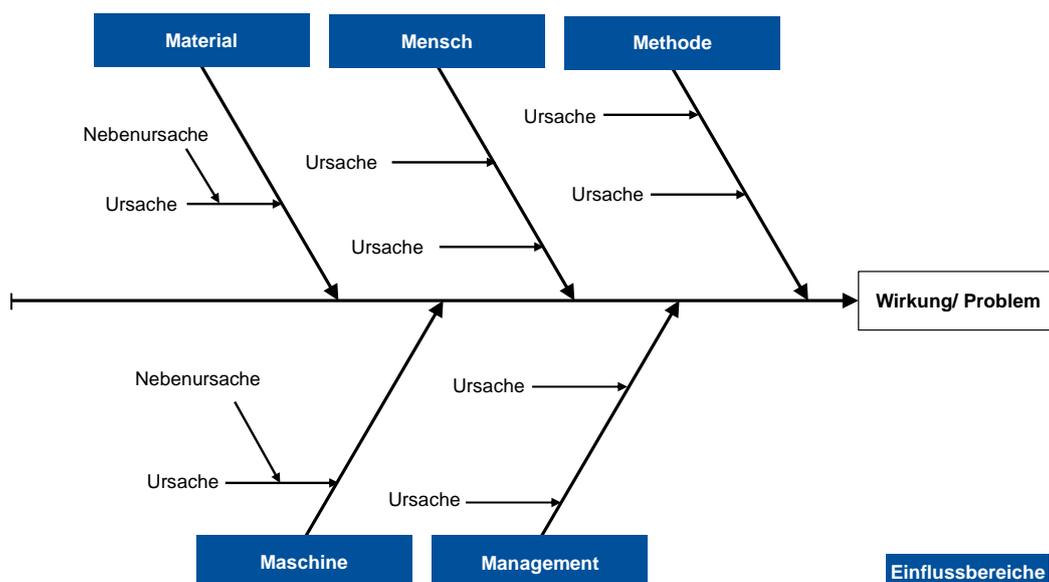


Abbildung 41: Ishikawa-Diagramm (Herrmann und Fritz '16: 150)

Seite 98 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

In Teamarbeit können die Ursachen herausgearbeitet und bewertet werden [39]. Das Ishikawa Diagramm eignet sich ebenfalls zur Identifikation und Analyse von Risiken und kann mit geringem Aufwand durchgeführt werden [32,41,31]. Eine Schwäche der Ishikawa Analyse besteht darin, dass Ursachen und Wirkungen gleichwertig dargestellt werden, ohne die Möglichkeit, bestimmte Ursachen zu betonen oder abzuschwächen [31]. Expertenmeinungen liefern den Input für das Diagramm [31]. Das Ergebnis ist ein Diagramm mit geordneten Faktoren, die eine Variable beeinflussen [37]. Darüber hinaus zeichnet sich das weit verbreitete Diagramm durch seinen strukturierten Ansatz aus und ist mit geringem Aufwand leicht anwendbar [39,31]. Außerdem zielt das Ishikawa Diagramm darauf ab, die Hauptursachen von Problemen zu identifizieren [34]. Es muss jedoch betont werden, dass keine Gewichtung der Risiken möglich ist und komplexe Ursache-Wirkungsketten nicht dargestellt werden können [31].

1. Bestimmung des Themas
Das zu untersuchende Problem oder Thema wird ausgewählt und klar und präzise formuliert.
2. Festlegung von grundlegenden Kategorien
Identifizierung der Hauptkategorien oder Ursachen, die das Problem beeinflussen können. Diese werden typischerweise als die 6M bezeichnet: Methoden, Maschinen, Materialien, Menschen, Maßnahmen und Umwelt.
3. Erstellung des Diagramms
In der Mitte des Blattes wird eine horizontale Linie gezogen, die das zu untersuchende Problem darstellt. Von dieser Linie aus werden diagonale Linien gezogen, die die einzelnen Hauptkategorien darstellen.
4. Hinzufügen von Unterkategorien
Zu jeder Hauptkategorie werden weitere Linien hinzugefügt, die Unterkategorien darstellen, die spezifischere Ursachen oder Faktoren des Problems repräsentieren.
5. Brainstorming und Identifikation von Ursachen
Ein Brainstorming wird durchgeführt, um mögliche Ursachen oder Einflussfaktoren für jeden Zweig des Diagramms zu finden. Notieren Sie jede Idee oder Ursache in der entsprechenden Zeile.
6. Verbindung und Analyse
Analyse der Ursachen und Suche nach Verbindungen zwischen den verschiedenen Kategorien. Das Erkennen von Zusammenhängen hilft bei der Priorisierung der Ursachen für die Problemlösung.
7. Entwicklung von Maßnahmen
Entwicklung von Maßnahmen, um die identifizierten Ursachen anzugehen. Diese Maßnahmen sollten darauf abzielen, das Problem zu lösen oder zu verringern.
8. Umsetzung und Überprüfung
Umsetzung der Maßnahmen und Überwachung ihrer Wirksamkeit. Eine regelmäßige Überprüfung stellt sicher, dass das Problem behoben oder verbessert wurde.

6 Literaturverzeichnis

- [1] Verein Deutscher Ingenieure, 2011. Fabrikplanung: Planungsvorgehen. VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf.
- [2] Schenk, M., Wirth, S., Müller, E., 2014. Fabrikplanung und Fabrikbetrieb: Methoden für die wandlungsfähige, vernetzte und ressourceneffiziente Fabrik, 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage 2014 ed. Springer Vieweg, Heidelberg, Berlin, 840 pages.
- [3] Wild, J., 1982. Grundlagen der Unternehmensplanung, 4th ed. ed. VS Verlag für Sozialwissenschaften GmbH, Wiesbaden, 0 pp.
- [4] Schmigalla, H., 1995. Fabrikplanung: Begriffe und Zusammenhänge, 1. Aufl. ed. Hanser, München, Wien, 407 pp.
- [5] Pawellek, G., 2014. Ganzheitliche Fabrikplanung. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- [6] Burggräf, P., Schuh, G., 2021. Fabrikplanung. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- [7] Schulte-Zurhausen, M., 2014. Organisation, 6. Aufl. ed. Vahlen, München, 687 pp.
- [8] Grundig, C.-G., 2021. Fabrikplanung: Planungssystematik - Methoden - Anwendungen, 7., aktualisierte Auflage ed. Hanser, Carl, München, 334 pp.
- [9] Herrmann, J., Fritz, H., 2021. Qualitätsmanagement - Lehrbuch für Studium und Praxis, 3., aktualisierte und erweiterte Auflage ed. Hanser, München, 395 pp.
- [10] DIN EN ISO 9000:2015, 2015. Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN): Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe (ISO 9000:2015). Beuth Verlag, Berlin, 104 pp.
- [11] Weidner, G.E., 2020. Qualitätsmanagement: - Kompaktes Wissen - Konkrete Umsetzung - Praktische Arbeitshilfen, 3., überarbeitete Auflage ed. Hanser, München, 219 pp.
- [12] Mai, F., 2019. QUALITÄTSMANAGEMENT IN DER BILDUNGSBRANCHE: Ein Leitfaden für Unternehmen der aus- und ... Weiterbildung. Gabler, [Place of publication not identified], 1 online resource.
- [13] Benes, G., Groh, P., 2022. Grundlagen des Qualitätsmanagements: Mit 253 Bildern, 61 Tabellen und 253 Lernerfolgskontrollfragen, 5., aktualisierte Auflage ed. Hanser, Carl, München, 388 pp.
- [14] Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN), 2015. Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen. Beuth Verlag, Berlin, 71 pp.
- [15] Hamad, Z.M.M., Yozgat, U., 2017. Does organizational agility affect organizational learning

Seite 100 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

capability? Evidence from commercial banking. 10.5267/j.msl, 407–422.

- [16] Rasche, C., Zobel, 2005. Agilität im dynamischen Wettbewerb. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden.
- [17] Weber, 2019. Feelgood-Management. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- [18] Unkrig, E.R., 2020. Mandate der Führung 4. 0: Agilität - Resilienz - Vitalität. Springer Gabler. in Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, 377 pp.
- [19] Böhm, J., 2019. Erfolgsfaktor Agilität: Warum Scrum und Kanban zu zufriedenen Mitarbeitern und erfolgreichen Kunden führen, 1. Auflage 2019 ed. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, Online-Ressource.
- [20] vom Stein, N., Jahangirkhani, T., Löwer, M., Nyhuis, P., 2023. Die Notwendigkeit iterativer Kommunikation in der Fabrikreorganisation. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 118 (3), 115–121.
- [21] Jahangirkhani, T., vom Stein, N., Nyhuis, P., Löwer, M., 2023. Introduction of an Approach for the Identification of Interfaces Between the Factory Planning Process and Quality Management for an Optimized Planning Result, in: Alfnes, E., Romsdal, A., Strandhagen, J.O., Cieminski, G. von, Romero, D. (Eds.), ADVANCES IN PRODUCTION MANAGEMENT SYSTEMS. PRODUCTION MANAGEMENT SYSTEMS FOR, vol. 691. SPRINGER INTERNATIONAL PU, [S.I.], pp. 832–843.
- [22] Krause, M. Agiles Projektmanagement der Fabrikplanung unter Unsicherheiten. Dissertation, 1. Auflage ed. TEWISS, Garbsen, 248 pp.
- [23] Bussemer, F. Methode zur systematischen Strukturierung von Fabrikplanungsprojekten. Dissertation. TEWISS Verlag, Garbsen, 148 pp.
- [24] Zürn, M., 2010. Referenzmodell für die Fabrikplanung auf Basis von Quality Gates. Jost-Jetter, Heimsheim, 294 pp.
- [25] Hirsch, B., Heinen, T., Nyhuis, P., 2010. Qualitätsmanagement in der Fabrikplanung - Entwicklung eines Vorgehens zur Planung qualitätsunterstützender Fabriken: Entwicklung eines Vorgehens zur Planung qualitätsunterstützender Fabriken. Industrie Management 26 (4), 17–20.
- [26] <https://miro.com/>, 2024. Miro | Der visuelle Arbeitsbereich für Innovation. <https://miro.com/de/>. Accessed 3 January 2024.
- [27] Hofert, S., 2016. Agiler führen: Einfache Maßnahmen für bessere Teamarbeit, mehr Leistung und höhere Kreativität. Springer Gabler, Wiesbaden, 272 pp.

Seite 101 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

- [28] Coghlan, A.T., Preskill, H., Tzavaras Catsambas, T., 2003. An overview of appreciative inquiry in evaluation. *New Directions for Evaluation* 2003 (100), 5–22.
- [29] Hofert, S., 2021. *Agiler führen*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- [30] Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., Grote, K.-H., 2003. *Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung*, 5., neu bearbeitete und erweiterte Auflage ed. Springer Berlin Heidelberg; Imprint; Springer, Berlin, Heidelberg, 1 online resource.
- [31] Romeike, F., 2018. *Risikomanagement*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- [32] Kirchner, E., 2020. *Werkzeuge und Methoden der Produktentwicklung*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- [33] Kamiske, G.F., Brauer, J.-P., 1999. *Qualitätsmanagement von A bis Z: Erläuterungen moderner Begriffe des Qualitätsmanagements*, 3., vollst. überarb. und erw. Aufl. ed. Hanser, München, Wien, 417 pp.
- [34] George, M.L., Rowlands, D., Price, M., Maxey, J., 2016. *Das Lean Six Sigma Toolbox: Mehr als 100 Werkzeuge zur Verbesserung der Prozessgeschwindigkeit und -qualität*, [1. Aufl.] ed. Verlag Franz Vahlen, München, 275 pp.
- [35] DIN 69901-3:2009-01, *Projektmanagement_ - Projektmanagementsysteme_ - Teil_3: Methoden*. Beuth Verlag GmbH, Berlin. doi:10.31030/1498921.
- [36] Brüggemann, H., Bremer, P., 2020. *Grundlagen Qualitätsmanagement*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- [37] Jakoby, W., 2022. *Qualitätsmanagement für Ingenieure*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- [38] Zollondz, H.-D., Ketting, M., Pfundtner, R. (Eds.), 2016. *Lexikon Qualitätsmanagement: Handbuch des modernen Managements auf der Basis des Qualitätsmanagements*, 2., komplett überarbeitete und erweiterte Auflage ed. De Gruyter Oldenburg, Berlin, Boston, 1312 pp.
- [39] Herrmann, J., Fritz, H., 2016. *Qualitätsmanagement - Lehrbuch für Studium und Praxis*, 2. Auflage ed. Hanser, Carl, München, Online-Ressource.
- [40] Binner, H.F., 2016. *Methoden-Baukasten für ganzheitliches Prozessmanagement*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- [41] Müller, E., 2014. *Qualitätsmanagement für Unternehmer und Führungskräfte*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- [42] Meuser, M., Nagel, U., 2009. *The Expert Interview and Changes in Knowledge Production*,

Seite 102 des Leitfadens zum Vorgehen zur Fabrik- und Qualitätsplanung „FQP“

in: Bogner, A., Littig, B., Menz, W. (Eds.), Interviewing Experts. Palgrave Macmillan UK, London, pp. 17–42.

- [43] Sommerhoff, B., Wolter, O., 2019. Agiles Qualitätsmanagement: Schnell und flexibel zum Erfolg. Hanser, München, 1125 pp.
- [44] Augustin, H., Al-Shahmani, H., Dreßler, E., Krafzik, C., Liebler, C., Schmidt, P., 2020. Gestaltung eines virtuellen Fabrikplanungsprozesses. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 115 (10), 659–662.
- [45] Dalton, J., 2019. Great Big Agile. Apress, Berkeley, CA.
- [46] Adam, P., 2020. Agil in der ISO 9001. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- [47] Scheele, B., Groeben, N., 2010. Dialog-Konsens-Methoden, in: Mey, G., Mruck, K. (Eds.), Handbuch qualitative Forschung in der Psychologie, 1. Auflage, 2010 ed. VS Verlag, Wiesbaden, pp. 506–523.
- [48] Hofert, S., Thonet, C., 2019. Der agile Kulturwandel. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- [49] Holt, E.-M., Winter, D., Thomaschewski, J. Personas als Werkzeug in modernen Softwareprojekten: Die Humanisierung des Anwenders, in: , Usability Professionals, vol. 178, pp. 40–44.
- [50] Przybyłek, A., Kotecka, D., 2017. Making agile retrospectives more awesome, in: Proceedings of the 2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems. 2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems. 03.09.2017 - 06.09.2017. IEEE, pp. 1211–1216.
- [51] Preußig, J., 2018. Agiles Projektmanagement: Agilität und Scrum im klassischen Projektumfeld, 1. Auflage ed. Haufe Gruppe, Freiburg, München, Stuttgart, 280 pp.